This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

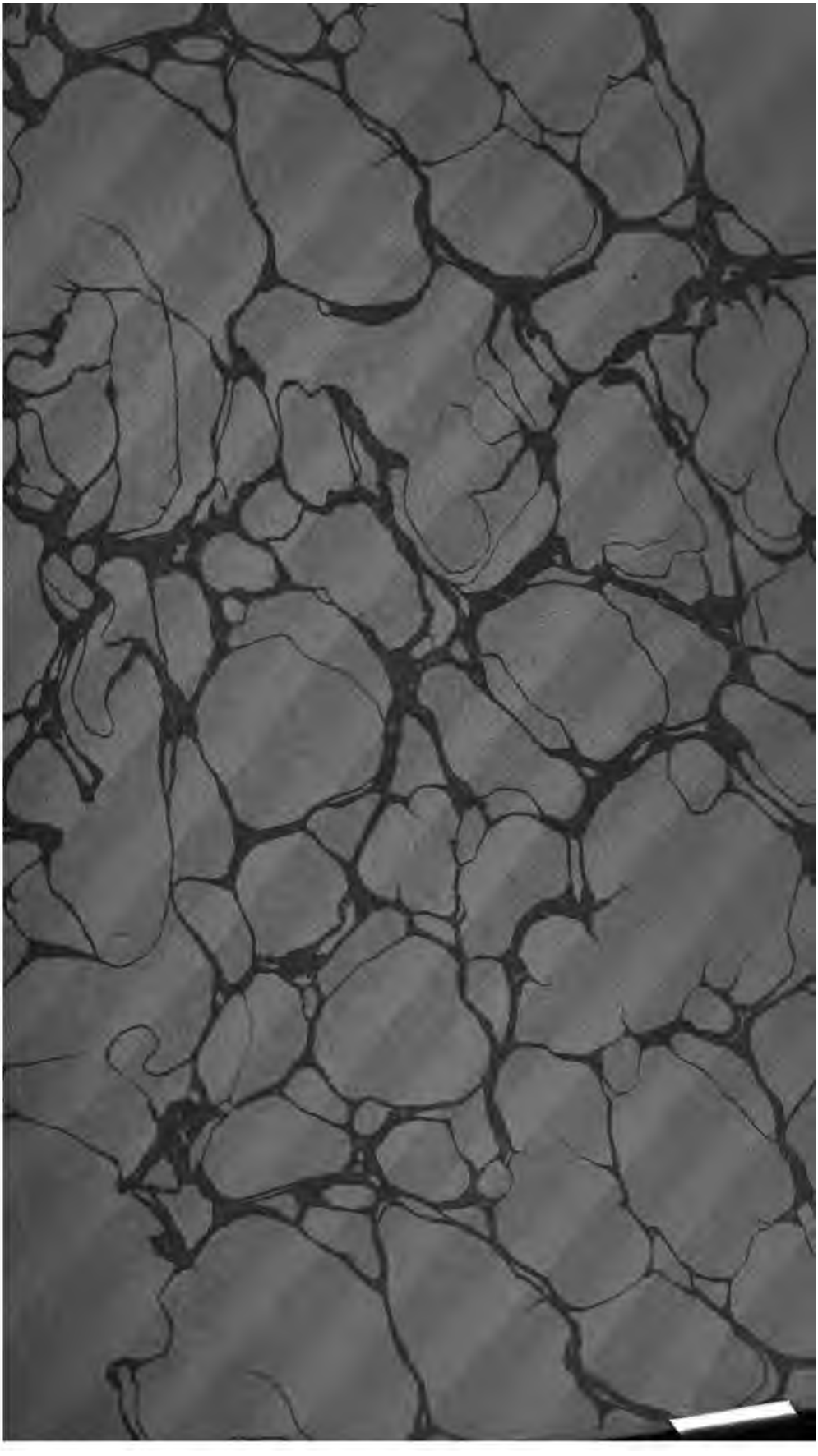
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ESSAI

SUR LA NOTION DE THÉORIE PHYSIQUE

DE PLATON A GALILÉE

ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

ESSAI

Sur la Notion de Théorie physique

DE PLATON A GALILÉE

PAR

Pierre DUHEM

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT DE FRANCE
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

EXTRAIT DES *Annales de Philosophie Chrétienne*

PARIS
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE A. HERMANN ET FILS
6, RUE DE LA SORBONNE, 6

1908

ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Essai sur la notion de Théorie physique de Platon à Galilée

Avant-propos.

Quelle est la valeur de la théorie physique ? Quelles relations a-t-elle avec l'explication métaphysique ? Ce sont questions fort agitées de nos jours. Mais, comme tant d'autres questions, elles ne sont point nouvelles ; elles sont de tous les temps ; depuis qu'il existe une science de la Nature, elles sont posées ; si la forme qu'elles revêtent change quelque peu d'un siècle à l'autre, parce qu'elles empruntent cette forme variable à la science du moment, il suffit d'écarter ce vêtement pour reconnaître qu'elles demeurent essentiellement identiques à elles-mêmes.

La science de la Nature nous offre, jusqu'au XVIIe siècle, fort peu de parties qui aient progressé au point de constituer des théories exprimées en langage mathématique, et dont les prévisions, numériquement évaluées, puissent être comparées aux mesures fournies par des observations précises. La *Statique* que l'on nomme alors *Scientia de ponderibus*, la *Catoptrique* que l'on range dans ce que l'on appelle la *Perspective* et qui est notre moderne *Optique*, ont à peine atteint ce degré de développement. Si nous laissons de côté ces deux chapitres restreints, nous ne rencontrons devant nos yeux qu'une science dont la forme, déjà fort achevée, fasse prévoir l'allure de nos modernes théories de Physique mathématique ; cette science, c'est l'Astronomie. Là donc où nous disons : *La théorie physique*, les sa-

270729

ges hellènes ou musulmans, les savants du Moyen-Age et de la Renaissance disaient : *L'Astronomie.*

Les autres parties de l'étude de la Nature n'avaient pas encore atteint ce degré de perfectionnement où le langage mathématique sert à exprimer les lois découvertes par des expériences précises ; la Physique positive, science à la fois mathématique et expérimentale, ne s'était pas encore séparée de l'étude métaphysique du Monde matériel, de la Cosmologie. Nous parlerions donc aujourd'hui de *Métaphysique* en une foule de circonstances où les anciens prononçaient le mot *Physique.*

Voilà pourquoi cette question tant agitée aujourd'hui : *Quelles sont les relations de la Théorie physique et de la Métaphysique* ? a été, pendant deux-mille ans, formulée de la manière suivante : *Quelles sont les relations de l'Astronomie et de la Physique* ?

Nous voudrions passer rapidement en revue les réponses qui ont été données à cette question par la pensée hellène, par la science sémitique, par la Scolastique chrétienne du Moyen-Age, enfin par les astronomes de la Renaissance.

D'autres, marchant avant nous dans cette direction, nous ont frayé le chemin. Nous n'aurons garde d'oublier ici les noms de Th. H. Martin [1], de M. Giovanni Schiaparelli [2], de M. Paul Mansion [3]. Aux textes sur lesquels ces auteurs ont appelé l'attention, nous en joindrons bon nombre d'autres ; ils permettront, croyons-nous, de reconstituer assez exactement l'idée que les sages, de Platon à Galilée, se sont faite de la théorie physique.

1. Th. H. Martin, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et chez les Romains* ; Première partie : *Hypothèses astronomiques des Grecs avant l'époque Alexandrine* ; ch. V, § 4 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles lettres*, t. XXX, 2e partie).

2. Giovanni Schiaparelli, *Origine del Sistema planetario eliocentrico presso i Greci*, ch. VI e appendice [*Memorie del Instituto Lombardo di Scienze e Lettere* ; *Classe di Scienze matematiche i naturali* ; vol. XVIII (Serie III, vol. IX), 17 mars 1898].

3. P. Mansion, *Note sur le caractère géométrique de l'ancienne Astronomie Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik*, Bd. IX, 1899).

I

LA SCIENCE HELLÉNIQUE.

Si nous voulons trouver la source de la tradition dont nous prétendons suivre le cours, il nous faut remonter à Platon.

Reçues et mises en pratique par Eudoxe, les opinions de Platon touchant les hypothèses astronomiques ont été recueillies, dans les écrits d'Eudoxe, par un disciple immédiat d'Aristote, Eudème ; celui-ci les a rapportées au second livre de son Ἀστρολογικὴ ἱστορία ; Sosigène, philosophe et astronome qui fut le maître d'Alexandre d'Aphrodisie, les a empruntées à cette *Histoire astrologique* et les a transmises à Simplicius, de qui nous les tenons [1].

Voici donc en quels termes se trouve formulée, au *Commentaire* de Simplicius, cette tradition platonicienne : « Platon admet en principe que les corps célestes se meuvent d'un mouvement circulaire, uniforme et constamment régulier [2] ; il pose alors aux mathématiciens ce problème : Quels sont les mouvements circulaires, uniformes et parfaitement réguliers qu'il convient de prendre pour hypothèses, afin que l'on puisse sauver les apparences présentées par les planètes ? Τίνων ὑποτεθέντων δι' ὁμαλῶν καὶ ἐγκυκλίων καὶ τεταγμένων κινήσεων δυνήσεται διασωθῆναι τὰ περὶ τοὺς πλανωμένους φαινόμενα ; »

Le but de l'Astronomie est ici défini avec une extrême netteté ; cette science combine des mouvements circulaires et uniformes destinés à fournir un mouvement résultant semblable au mouvement des astres ; lorsque ses constructions géométriques assignent à chaque planète une marche conforme à celle que révèlent les observations, son but est atteint, car *ses hypothèses ont sauvé les apparences*.

Ce problème est bien celui qui a sollicité les efforts d'Eudoxe et de Calippe ; *sauver les apparences* (σώζειν τὰ φαινόμενα)

1. Simplicii *In Aristotelis quatuor libros de Coelo commentaria* ; in lib. II comm. 43 et comm. 46. (Éd. Karsten, p. 219, col. a et p. 221, col. a ; éd. Heiberg, p. 488 et p. 493).
2. C'est-à-dire constamment de même sens.

est le seul objet en vue duquel ils aient combiné leurs hypothèses ; lorsque Calippe a modifié en quelques points la combinaison de sphères homocentriques qu'Eudoxe avait agencée, c'est uniquement parce que les *hypothèses* de son prédécesseur ne s'accordaient pas avec certains *phénomènes*, et qu'il a voulu que ces phénomènes fussent *sauvés* à leur tour.

Si l'astronome doit se déclarer pleinement satisfait lorsque les hypothèses qu'il a combinées ont sauvé les apparences, l'esprit humain n'est-il pas en droit d'exiger autre chose ? Ne peut-il découvrir et analyser quelques caractères de la nature des corps célestes ? Ces caractères ne peuvent-ils lui servir à marquer certains types auxquels les hypothèses astronomiques devront nécessairement se conformer ? Ne devra-t-on pas, dès lors, déclarer irrecevable une combinaison de mouvements qui ne pourrait s'ajuster à aucun de ces types, lors même que cette combinaison sauverait les apparences ?

A côté de la *méthode de l'astronome*, si nettement définie par Platon, Aristote admet l'existence et la légitimité d'une telle méthode ; il la nomme la *méthode du physicien*.

Lorsqu'il compare en sa *Physique*,[1] la méthode du mathématicien et la méthode du physicien, le Stagirite pose certains principes qui s'appliquent, assurément, à la question dont nous venons de parler, mais qui ne permettent pas d'en pousser fort loin l'analyse. Il remarque que le géomètre et le physicien considèrent souvent le même objet, qu'ils étudient la même figure ou le même mouvement, mais qu'ils le considèrent à des points de vue différents. Cette figure, ce mouvement, le géomètre les contemple en eux-mêmes et d'une manière abstraite ; le physicien, au contraire, les étudie comme la limite de tel corps, le mouvement de tel mobile.

Ce trop vague enseignement ne nous permet pas de saisir pleinement la pensée d'Aristote touchant la méthode de

1. ARISTOTE, Φυσικῆς ἀκροάσεως τὸ B, β. *Physicae auscultationis*, lib. II, cap. II.

l'astronome et la méthode du physicien ; si nous voulons vraiment pénétrer cette pensée, il nous faut examiner comment elle a été mise en pratique en l'œuvre même du Stagirite.

Eudoxe qui l'a précédé de peu et dont il a longuement étudié les théories, Calippe qui fut son contemporain et son ami, ont exactement suivi la méthode de l'astronome, telle que Platon l'avait définie ; cette méthode est donc parfaitement familière à Aristote. Mais, de son côté, il en pratique une autre. Il exige que l'Univers soit sphérique, que les orbes célestes soient solides, que chacun d'eux ait un mouvement circulaire et uniforme autour du centre du Monde, que ce centre soit occupé par une Terre immobile. Ce sont autant de conditions restrictives qu'il impose aux hypothèses des astronomes, et il n'hésiterait pas à rejeter une combinaison de mouvements qui prétendrait s'affranchir de quelqu'une de ces conditions. S'il les impose, cependant, ce n'est pas qu'elles lui semblent indispensables pour sauver les apparences que les observateurs constatent ; c'est qu'elles sont exigées, selon lui, par la perfection de l'essence dont les cieux sont formés et par la nature du mouvement circulaire. Tandis qu'Eudoxe et Calippe, suivant la méthode de l'astronome, contrôlent leurs hypothèses en examinant si elles sauvent les apparences, Aristote prétend diriger le choix de ces hypothèses par des propositions qu'ont justifiées certaines spéculations sur la nature des corps ; sa méthode est celle du physicien

A côté de la méthode de l'astronome, y a-t-il avantage à introduire cette nouvelle méthode qui, par une autre voie, se propose de résoudre le même problème ? On en pourrait douter si la méthode de l'astronome était capable de donner une réponse exempte d'ambiguïté à la question que Platon lui a posée. Mais s'il n'en est pas ainsi, s'il est possible de sauver également les apparences au moyen de diverses combinaisons de mouvements circulaires et uniformes, comment choisira-t-on entre ces hypothèses différentes, mais également satisfaisantes au jugement de l'astronome ? Ne faudra-t-il pas, pour ce choix, recourir à la décision du

physicien dont la méthode apparaîtra, dès lors, comme le complément indispensable de la méthode astronomique ?

Or il est possible de sauver également les apparences par des combinaisons différentes de mouvements circulaires et uniformes. Le sens géométrique des Grecs était trop aiguisé pour que cette vérité ait pu leur demeurer longtemps cachée ; de très anciens systèmes astronomiques, celui de Philolaüs par exemple, n'avaient pu germer qu'en des esprits bien convaincus de ce principe : Un même mouvement relatif peut être obtenu au moyen de mouvements absolus différents.

En tous cas, une circonstance se présenta où les astronomes durent acquérir une conscience particulièrement nette de cette vérité : Des hypothèses différentes peuvent être également propres à représenter les phénomènes. Cette circonstance s'offrit au cours des recherches d'Hipparque.

Hipparque a prouvé, en effet, que l'on pouvait également représenter la marche du Soleil ou bien en supposant que cet astre décrivît un cercle excentrique au Monde, ou bien en admettant qu'il fût porté par un cercle épicycle, pourvu que la révolution de cet épicycle s'effectuât précisément dans le temps que son centre parcourait un cercle concentrique au Monde.

Hipparque semble avoir été grandement frappé de cette concordance entre les résultats de deux hypothèses très différentes. En son enseignement que Théon de Smyrne nous a conservé, Adraste d'Aphrodisie rappelait ce sentiment éprouvé par Hipparque : « Hipparque, disait-il [1], a fait remarquer qu'elle est digne de l'attention du mathématicien, la recherche de l'explication des phénomènes à l'aide d'hypothèses si différentes, celle des cercles excentriques et celle des cercles concentriques parcourus par des épicycles. »

Il n'y a assurément qu'une seule hypothèse qui soit con-

1. Theonis Smyrnæi Platonici *Liber de Astronomia...*, textum primus edidit, latine vertit Th. H. Martin-Parisiis, 1849 ; cap. XXVI, p. 245. — Théon de Smyrne, philosophe platonicien, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon*, traduite pour la première fois du grec en français par J. Dupuis ; Paris, 1892. Troisième partie, *Astronomie* ; ch. XXVI ter, p. 269.

forme à la nature des choses (κατὰ φύσιν). Toute hypothèse astronomique qui sauve les phénomènes concorde avec celle-là en toutes les conséquences qui peuvent être comparées aux observations ; c'est ce que les Grecs entendaient en disant de diverses hypothèses qui engendrent le même mouvement résultant qu'elles s'accordent entre elles *par accident* (κατὰ συμβεβηκὸς).

« Il est évidemment conforme à la raison [1] qu'il y ait accord entre les deux hypothèses des mathématiciens sur les mouvements des astres, celle de l'épicycle et celle de l'excentrique ; l'une et l'autre s'accordent *par accident* avec celle qui est *conforme à la nature des choses*, ce qui faisait l'objet de l'admiration d'Hipparque. »

Entre ces diverses hypothèses qui s'accordent entre elles *par accident*, qui sauvent également les phénomènes, qui, par conséquent, sont équivalentes au jugement de l'astronome, quelle est celle qui est conforme à la Nature ? C'est au physicien de décider. Si nous en croyons Adraste [2], Hipparque, plus expert en Astronomie qu'en Physique, se serait montré inhabile à justifier cette décision :

« Il est clair que, pour les motifs expliqués, des deux hypothèses, dont chacune est la conséquence de l'autre, celle de l'épicycle paraît la plus commune, la plus généralement admise, la plus conforme à la nature des choses. Car l'épicycle est un grand cercle d'une sphère solide, celui que la planète décrit dans son mouvement sur cette sphère, tandis que l'excentrique diffère entièrement du cercle qui est conforme à la nature et est plutôt décrit *par accident*. Hipparque, persuadé que le phénomène se produit ainsi, vante l'hypothèse de l'épicycle comme sienne propre et dit qu'il est probable que tous les corps célestes sont uniformément placés par rapport au centre du Monde et qu'ils lui sont semblablement unis. Mais lui-même, ne connaissant pas suffisamment la Physique, n'a pas bien compris quel est le

1. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXXII ; éd. Th. H. Martin, p. 293 éd. J. Dupuis, p. 299.
2. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXXIV ; éd. Th. H. Martin, p. 301 ; éd. J. Dupuis, p. 303.

vrai mouvement des astres, qui est d'accord avec la nature des choses, ni celui qui est *par accident*, et qui n'est qu'une apparence. Il pose cependant en principe que l'épicycle de chaque planète se meut sur un cercle concentrique et que la planète se meut sur l'épicycle. »

En prouvant que deux hypothèses distinctes pouvaient s'accorder *par accident* et sauver également toutes les apparences du mouvement solaire, Hipparque a grandement contribué à délimiter exactement la portée des théories astronomiques. Adraste s'est attaché [1] à prouver que l'hypothèse de l'excentrique était une conséquence de l'hypothèse de l'épicycle ; Théon démontre que l'hypothèse de l'épicycle peut, inversement, être considérée comme une conséquence de l'hypothèse de l'excentrique. Ces propositions mettent en évidence, selon lui, l'impossibilité où se trouve l'astronome de découvrir l'hypothèse vraie, celle qui est conforme à la nature des choses : « A quelque hypothèse que l'on s'arrête,[2] les apparences seront sauvées ; c'est pour cela que l'on peut considérer comme vaines les discussions des mathématiciens, dont les uns disent que les planètes ne sont emportées que sur des cercles excentriques, dont les autres prétendent qu'elles sont portées par des épicycles, et d'autres encore qu'elles se meuvent autour du même centre que la sphère des étoiles fixes. Nous démontrerons que les planètes décrivent *par accident* ces trois sortes de cercles, un cercle autour du centre de l'Univers ou un cercle excentrique ou un cercle épicycle. »

Si la décision qui détermine l'hypothèse vraie échappe à la compétence de l'astronome, de celui qui se contente de combiner les figures abstraites du géomètre et de les comparer aux apparences décrites par l'observateur, elle est donc réservée à celui qui a médité sur la nature des corps célestes, au physicien ; celui-là seul est apte à poser les principes à l'aide desquels l'astronome discernera l'hypo-

1. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXVI ; éd. Th. H. Martin, pp. 245-247, éd. J. Dupuis, p. 269.
2. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXVI ; éd. Th. H. Martin, pp. 221-223, éd. J. Dupuis, p. 251.

thèse vraie parmi plusieurs suppositions également propres à sauver les phénomènes. Voilà ce que le stoïcien Posidinius affirmait dans ses Μετεωρολογικα. Geminus, dans un commentaire abrégé des *Météores* de Posidonius, reproduisait cette doctrine ; et, afin d'éclairer la comparaison entre le mathématicien et le physicien qu'Aristote avait donnée, au second chapitre du IIe livre des *Physiques*, Simplicius reproduisait le passage écrit par Géminus.

Voici ce passage [1] :

« Il appartient à la Théorie physique d'examiner ce qui concerne l'essence du Ciel et des astres, leur puissance, leur qualité, leur génération et leur destruction ; et, par Jupiter, elle a aussi pouvoir de donner des démonstrations touchant la grandeur, la figure et l'ordre de ces corps. L'Astronomie, au contraire, n'a aucune aptitude à parler de ces premières choses ; mais ses démonstrations ont pour objet l'ordre des corps célestes, après qu'elle a déclaré que le Ciel est vraiment ordonné ; elle discourt des figures, des grandeurs et des distances de la Terre, du Soleil et de la Lune ; elle parle des éclipses, des conjonctions des astres, des propriétés qualitatives et quantitatives de leurs mouvements. Puis donc qu'elle dépend de la théorie qui considère les figures au point de vue de la qualité, de la grandeur et de la quantité, il est juste qu'elle requière le secours de l'Arithmétique et de la Géométrie ; et au sujet de ces choses, qui sont les seules dont elle soit autorisée à parler, il est nécessaire qu'elle s'accorde avec l'Arithmétique et la Géométrie. Bien souvent, d'ailleurs, l'astronome et le physicien prennent le même chapitre de la Science pour objet de leurs démonstrations ; ils se proposent, par exemple, de prouver que le Soleil est grand, ou que la Terre est sphérique ; mais, dans ce cas, ils ne procèdent pas par la même voie ; le physicien doit démontrer chacune de ses propositions en les tirant de l'essence des corps, de leur puissance, de ce qui convient le mieux à leur perfection, de leur géné-

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quatuor priores commentaria*, edidit Hermannus Diels, Berolini, 1882 ; pp. 291-292 (comm. in lib. II, cap. II).

ration, de leur transformation ; l'astronome, au contraire, les établit au moyen des circonstances qui accompagnent les grandeurs et les figures des particularités qualitatives du mouvement, du temps qui correspond à ce mouvement. Souvent, le physicien s'attachera à la cause et portera son attention sur la puissance qui produit l'effet qu'il étudie, tandis que l'astronome tirera ses preuves des circonstances extérieures qui accompagnent ce même effet ; il n'est point né capable de contempler la cause, de dire, par exemple, quelle cause produit la forme sphérique de la Terre et des astres. Dans certaines circonstances, dans le cas, par exemple, où il raisonne des éclipses, il ne se propose aucunement de saisir une cause ; dans d'autres cas, il croit devoir poser certaines manières d'être, à titre d'hypothèses, de telle façon que ces manières d'être une fois admises, les phénomènes soient sauvés. Par exemple, il demande pourquoi le Soleil, la Lune, et les autres astres errants semblent se mouvoir irrégulièrement ; que l'on suppose excentriques au Monde les cercles décrits par les astres, ou que l'on suppose chacun des astres entraîné en la révolution d'un épicycle, l'irrégularité apparente de leur marche est également sauvée ; il faut donc déclarer que les apparences peuvent être également produites par l'une ou l'autre de ces manières d'être, en sorte que l'étude pratique des mouvements des astres errants est conforme à l'explication que l'on aura supposée. C'est pour cela qu'Héraclide de Pont déclarait qu'il est possible de sauver l'irrégularité apparente du mouvement du Soleil en admettant que le Soleil demeure immobile et que la Terre se meut d'une certaine manière. Il n'appartient donc aucunement à l'astronome de connaître quel corps est en repos par nature, de quelle qualité sont les corps mobiles ; il pose à titre d'hypothèse que tels corps sont immobiles, que tels autres sont en mouvement, et il examine quelles sont les suppositions avec lesquelles s'accordent les apparences célestes. C'est du physicien qu'il tient ses principes, principes selon lesquels les mouvements des astres sont réguliers, uniformes et constants ; puis, au moyen de ces principes, il explique les révolutions de toutes

les étoiles, aussi bien de celles qui décrivent des cercles parallèles à l'équateur que des astres qui parcourent des cercles obliques ».

Nous avons tenu à citer ce texte en entier ; l'Antiquité ne nous en fournit aucun où le rôle de l'astronome et le rôle du physicien soient plus exactement définis. Posidonius, pour marquer l'incapacité où se trouve l'astronome de saisir la véritable nature des mouvements célestes, invoque l'équivalence, découverte par Hipparque, entre l'hypothèse de l'excentrique et l'hypothèse de l'épicycle ; à côté de cette vérité, il mentionne, en citant Héraclide de Pont, l'équivalence entre le système géocentrique et le système héliocentrique.

Le platonicien Dercyllide, qui vivait au temps d'Auguste, avait composé un ouvrage intitulé : Περὶ τοῦ ἀτράκτου καὶ τῶν σφονδύλων ἐν τῇ Πολιτείᾳ παρὰ Πλάτωνι λεγομένων. — *Des fuseaux dont il est question dans la République de Platon.* Cet écrit renfermait des théories astronomiques dont Théon de Smyrne nous a conservé le résumé [1].

Sur les relations de l'Astronomie et de la Physique, le platonicien Dercyllide pense exactement comme le stoïcien Posidonius. « De même, dit-il [2], qu'en Géométrie et en Musique, il est impossible, sans faire d'hypothèses, de déduire les conséquences des principes, de même en Astronomie, il faut exposer en premier lieu les hypothèses à partir desquelles procède la théorie du mouvement des astres errants. Mais peut-être, avant toute autre chose, convient-il de poser les principes sur lesquels repose l'étude des Mathématiques, ainsi que tout le monde en convient. »

La recherche de ce qui est en repos et de ce qui est en

1. Theonis Smyrnaei Platonici *Liber de Astronomia cum* Sereni *fragmento*. Textum primus edidit, latine vertit, descriptionibus geometricis, dissertatione et notis illustravit Th. H. Martin ; Parisiis, 1849. Théon de Smyrne, philosophe platonicien, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon*, traduite pour la première fois du grec en français par J. Dupuis. Astronomie, cc. XXXIX, XL, XLI, XLII, XLIII.

2. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XLI ; éd. Th. H. Martin, p. 327 ; éd. J. Dupuis, p. 323.

mouvement appartient au physicien, avait affirmé Posidonius ; aussi, Dercyllide prend-il soin de placer au nombre des principes qui précèdent les hypothèses astronomiques, les propositions qui déterminent les corps absolument fixes : « Puisqu'il n'est pas conforme à la raison que tous les corps soient en mouvement ou qu'ils soient tous en repos, mais puisque les uns sont en mouvement et les autres immobiles, il faut rechercher ce qui est nécessairement en repos dans l'Univers et ce qui est en mouvement. Il ajoute qu'il faut croire que la Terre, foyer de la maison des dieux, suivant Platon, reste en repos et que les planètes se meuvent avec toute la voûte céleste qui les enveloppe. »

Ces principes que le physicien établit et formule, Dercyllide ne laisse pas au mathématicien la faculté de s'en affranchir ; celui-ci n'aurait pas le droit de poser des hypothèses destinées à sauver les apparences, si ces hypothèses contredisaient aux principes ; telle serait la supposition attribuée par Posidonius et par Géminus à Héraclide de Pont, supposition selon laquelle le Soleil serait immobile et la Terre mobile ; Dercyllide « rejette avec exécration comme opposés aux fondements de la Mathématique, ceux qui arrêtent les corps en mouvement et qui mettent en mouvement les corps qui sont immobiles par nature et par la place qu'ils occupent ».

Au nombre des principes physiques, si rigoureusement imposés au respect de l'astronome, Dercyllide ne range pas la nécessité, pour tous les mouvements célestes, de se réduire à des rotations autour du centre du Monde ; le mouvement d'une planète sur un épicycle dont le centre décrit lui-même une circonférence concentrique à l'Univers ne lui paraît pas contredire à la saine Physique. « Il ne croit pas, nous dit Théon de Smyrne [1], que les cercles excentriques soient la cause du mouvement qui fait varier la distance d'une planète à la Terre. Il pense que tout ce qui se meut dans le Ciel est emporté autour d'un centre unique du mouvement et du Monde ; [il pense donc que le mouve-

1. Théon de Smyrne, *loc. cit.*, éd. Th. H. Martin, p. 331 ; éd. J. Dupuis, p. 325.

ment suivant des excentriques] que présentent les planètes, n'est pas un mouvement principal, mais un mouvement *par accident* ; il résulte, comme nous l'avons démontré plus haut, du mouvement par épicycle et cercle concentrique, épicycle et cercle qui sont décrits en l'épaisseur d'un orbe homocentrique au Monde. Car chaque orbe à deux surfaces, une surface intérieure qui est concave, et une surface extérieure qui est convexe ; c'est entre ces deux surfaces que l'astre se meut suivant un épicycle et un cercle concentrique ; par l'effet de ce mouvement, il décrit *par accident* un cercle excentrique. »

Pourquoi Dercyllide regarde-t-il comme opposé aux principes de sa Physique le mouvement d'une planète suivant un cercle excentrique au Monde ? Pourquoi, au contraire, cette même Physique admet-elle qu'une planète décrive un épicycle dont le centre parcourt un cercle concentrique à l'Univers ? Ce que Théon de Smyrne nous rapporte des doctrines de ce platonicien ne nous fournit pas de réponse formelle à cette question. Mais il est permis de supposer que les raisons invoquées par Dercyllide pour justifier son choix ne différaient pas de celles qui font adopter à Adraste d'Aphrodisie une opinion toute semblable.

Au témoignage de Théon de Smyrne [1], Adraste d'Aphrodisie attribue à chaque astre errant un orbe que contiennent deux surfaces sphériques concentriques à l'Univers. A l'intérieur de cet orbe se trouve une sphère pleine qui en occupe toute l'épaisseur. L'astre, enfin, est enchâssé en cette sphère pleine. L'orbite entraîne la sphère pleine en la rotation qu'elle effectue autour du centre du Monde, tandis que la sphère pleine tourne sur elle-même. Par ce mécanisme, la planète décrit un épicycle dont le centre parcourt un cercle concentrique au Monde.

Adraste d'Aphrodisie, et Théon de Smyrne après lui, déclarent ce mécanisme conforme aux principes de la saine Physique ; ces principes ne sont donc plus, pour eux, ce qu'ils étaient pour Aristote ; il semble qu'ils se réduisent,

1. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXXI et ch. XXXII ; éd. Th. H. Martin, p. 275 et pp. 281-285 ; éd. J. Dupuis, p. 289 et pp. 293-295.

en la pensée de ces astronomes, à cette seule proposition : Les mouvements célestes peuvent être représentés par un assemblage de sphères solides, creuses ou pleines, dont chacune tourne d'un mouvement uniforme autour de son propre centre. « Ce qui est selon la nature, en effet, c'est que certaines lignes circulaires ou hélicoïdales ne soient pas décrites par les astres eux-mêmes, et d'eux-mêmes [1], en sens contraire du mouvement de l'Univers ; c'est qu'il n'existe pas de cercles qui tournent autour de leurs centres particuliers en entraînant des astres qui leur sont invariablement liés..... Comment se pourrait-il, en effet, que de pareils corps fussent liés à des cercles immatériels ? »

Le stoïcien Cléanthe avait répudié [2] les agencements d'orbes solides multiples par lesquels Eudoxe et Calippe rendaient compte des mouvements célestes ; selon Cléanthe, chaque astre se mouvait de lui-même, au sein du Ciel, décrivant la ligne géométrique, l'*hippopède*, qu'Eudoxe et Calippe lui faisaient parcourir en composant les rotations des diverses orbites. Dercyllide combattait cette manière de voir ; il exigeait que l'hippopède fût décrite *par accident* et que seules, les rotations uniformes d'orbes solides pussent être regardées comme des mouvements naturels.

C'est cette doctrine de Dercyllide qui inspire visiblement Adraste d'Aphrodisie et Théon de Smyrne; avec Dercyllide, sans doute, ils l'appliquent non seulement au mouvement en forme d'hippopède, mais encore au mouvement par excentrique ou par épicycle ; ils rejettent toute théorie qui se borne à tracer à l'astre errant un chemin géométrique ; ils acceptent qu'une planète décrive un épicycle dont le centre parcourt un cercle concentrique au Monde, parce qu'ils ont découvert un procédé qui permet d'imposer à l'astre une telle trajectoire en faisant tourner sur elles-mêmes des sphè-

1. D'après Th. H. Martin (éd. cit., p. 274, note 5), le ms. porte : τὰ ἄστρα αὐτὰ κατὰτ' αυτὰ ; Th. H. Martin a substitué à ces derniers mots les mots κατὰ ταὐτα ; M. J. Dupuis a suivi cette leçon, qui nous semble fâcheuse.

2. Joannis Stobaei *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo*. Recensuit Augustus Meineke. Τὸ Α, Φυσικα, Κεφ. κε' (Liber I, Physica, cap. XXV), vol. I, p. 145 ; Leipzig, 1860.

res solides convenablement agencées. Une hypothèse leur semble compatible avec la nature des choses lorsqu'un habile tourneur la peut réaliser avec du métal ou du bois. Combien de nos contemporains n'ont point, de la saine Physique une autre conception !

Théon de Smyrne, d'ailleurs, avoue sans ambages l'extrême importance qu'il accorde à ces représentations matérielles ; il nous apprend [1] qu'il avait construit un agencement de sphères solides capable de figurer la théorie astronomique de Platon ; « Platon dit, en effet, qu'on ferait un travail inutile si l'on voulait exposer ces phénomènes sans des images qui parlent aux yeux. »

Théon va plus loin encore ; il attribue [2] à Platon lui-même l'opinion qui rejette le mouvement excentrique des planètes pour leur donner un mouvement suivant un épicycle dont le centre parcourt un cercle concentrique au monde.

En réalité, Platon n'avait jamais eu à formuler une telle préférence, car jamais, sans doute, ni l'hypothèse de l'excentrique, ni l'hypothèse de l'épicycle ne s'était présentée à son esprit ; les révolutions homocentriques à l Univers sont les seules auxquelles il ait jamais fait allusion dans ses écrits ; Proclus a eu grandement raison d'affirmer à plusieurs reprises [3] cette vérité.

Adraste et Théon, cependant, n'avaient pas entièrement tort en se réclamant des principes de la Physique platonicienne. Platon attribuait à chaque astre un mouvement de rotation autour de son propre centre ; il semble, dès lors, que la rotation de la sphère épicycle sur elle-même n'eût point choqué ses doctrines touchant les révolutions célestes ; il semble qu'il eût pu se rallier à la théorie du Soleil proposée par Hipparque. Seule, la Physique d'Aristote était vrai-

1. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XVI ; éd. Th. H. Martin, p. 203 ; éd. J. Dupuis, p. 239.

2. Théon de Smyrne, *Op. cit.*, ch. XXXIV ; éd. Th. H. Martin, p. 303 ; éd. J. Dupuis, p. 305.

3. Procli Diadochi *In Platonis Timaeum commentaria.* Edidit Ernestus Diehl ; Lipsiae, 1903-1906. Βιβλίον Γ (Tim. 36 D), t. II, p. 364 ; Βιβλίον Δ (Tim. 39 DE), t. III, p. 96 ; Βιβλίον Δ (Tim. 40 CD), t. III, p. 146.

ment incompatible avec l'existence des épicycles ; incapable d'aucune altération, inaccessible à toute violence, l'essence céleste ne pouvait, selon cette Physique, manifester d'autre mouvement que son mouvement naturel ; et son seul mouvement naturel était la rotation uniforme autour du centre de l'Univers.

Pour Adraste d'Aphrodisie et pour Théon de Smyrne, vraisemblablement aussi pour Dercyllide, le mathématicien devait porter son choix sur une hypothèse astronomique qui fût conforme à la nature des choses. Mais, pour ces philosophes, cette conformité ne s'appréciait plus au moyen des principes de Physique qu'Aristote avait posés ; elle se reconnaissait à la possibilité de construire avec des sphères solides convenablement emboîtées un mécanisme qui représentât les mouvements célestes ; le mouvement d'une planète, entraînée par la révolution d'un excentrique dont le centre parcourt un cercle concentrique au Monde, se laissait ainsi figurer par l'art du tourneur ; c'était donc une hypothèse que le physicien pouvait recevoir, en dépit des propriétés de la cinquième essence péripatéticienne, tout aussi bien que le système des sphères homocentriques d'Eudoxe, de Calippe et d'Aristote.

Les progrès de l'Astronomie rendirent bientôt intenable la position prise par Adraste et par Théon. Du jour où Ptolémée, pour représenter les inégalités du mouvement planétaire, fit porter chaque planète par un épicycle dont le centre, au lieu de demeurer toujours à égale distance du centre de l'Univers, décrivait un cercle excentrique au Monde, l'agencement de sphères imaginé par Adraste d'Aphrodisie et par Théon de Smyrne devint incapable de représenter une telle marche. Cette incapacité crût à chacune des complications que Ptolémée fut contraint d'apporter aux hypothèses primitives d'Hipparque, afin que les phénomènes fussent sauvés. Assurément, un péripatéticien ne pouvait déclarer les hypothèses de la *Syntaxe* conformes aux principes de sa Physique, car elles ne réduisaient pas tous les mouvements célestes à des révolutions homocentriques ; mais un disciple d'Adraste et de Théon ne pouvait, davantage, les re-

garder comme physiquement recevables, car aucun tourneur, semble-t-il, n'en pouvait construire une représentation faite de bois ou de métal. Il est donc clair que les partisans de Ptolémée étaient tenus, sous peine de renoncer à leur doctrine, d'affranchir les hypothèses astronomiques des conditions auxquelles les physiciens les avaient, en général, asservies.

Ptolémée attribue [1] à chacun des astres errants un orbe d'une certaine épaisseur, contigu aux orbes de l'astre qui le précède et de l'astre qui le suit. Entre les deux surfaces sphériques, concentriques au Monde, qui délimitent son orbe, la planète se meut ; son mouvement résulte des hypothèses nombreuses et compliquées qui ont été exposées en la *Syntaxe*. Comment doit-on concevoir l'accord de ces suppositions avec les principes de la Physique ? En d'autres termes, quelles conditions la Physique est-elle en droit d'imposer aux hypothèses de l'Astronomie ? C'est une question à laquelle Ptolémée, plus géomètre et astronome que philosophe, ne s'attarde guère. Il la touche cependant en un passage [2] dont le sens paraît singulièrement fort et précis, lorsqu'on le commente en le comparant à tout ce qui vient d'être dit.

L'astronome qui cherche des hypothèses propres à *sauver* les mouvements apparents des astres ne connaît d'autre guide que la règle de la plus grande simplicité :

« Il faut, du mieux qu'on le peut, adapter les hypothèses les plus simples aux mouvements célestes ; mais si elles ne suffisent pas, il faut en prendre d'autres qui conviennent mieux. »

L'exacte représentation des mouvements célestes pourra contraindre l'astronome à compliquer graduellement ses suppositions ; mais la complexité du système auquel il se sera arrêté ne pourra être un motif de rejeter ce système s'il s'accorde exactement avec les observations : « En effet,

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre IX, chapitre I ; éd. Halma, t. II, pp. 113-115.

2. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre XIII, chap. II ; éd. Halma, t. II, pp. 374-375.

si chacun des mouvements apparents se trouve sauvé à titre de conséquence des hypothèses, qui donc pourrait trouver étonnant que, de ces mouvements compliqués, résultent [1] les mouvements des corps célestes ?

« Que l'on n'aille pas considérer les constructions que nous avons agencées, afin de juger par là les difficultés mêmes des hypothèses. Il ne convient pas, en effet, de comparer les choses humaines aux choses divines ; il ne faut pas fonder notre confiance touchant des objets si haut placés, en nous appuyant sur des exemples tirés de ce qui en diffère le plus. Y a-t-il rien, en effet, qui diffère plus des êtres immuables que les êtres continuellement changeants ? Des êtres qui sont soumis à la contrainte de l'Univers entier que les êtres affranchis même de la contrainte qu'ils exercent ? »

C'est donc folie de vouloir imposer aux mouvements des corps célestes l'obligation de se laisser figurer par des mécanismes de bois ou de métal.

« Tant que nous considérons ces représentations construites par nous, nous trouvons pénibles la composition et la succession des divers mouvements ; les agencer de telle manière que chacun d'eux puisse s'effectuer librement nous paraît une tâche impraticable. Mais si nous examinons ce qui se passe dans le Ciel, nous ne sommes plus du tout entravés par un semblable mélange de mouvements ».

Assurément, Ptolémée veut marquer, en ce passage, que les mouvements multiples qu'il compose, en la *Syntaxe*, pour déterminer la trajectoire d'un astre n'ont aucune réalité ; le mouvement résultant est le seul qui se produise dans le Ciel.

Parmi les mouvements que l'astronome est ainsi conduit à attribuer aux astres pour *sauver les phénomènes*, pourrait-il s'en rencontrer auxquels répugnerait la nature de l'essence céleste ? Nullement. « Il n'y a, dans la région où se produisent ces mouvements, aucune essence qui soit, par nature, douée de la puissance de s'opposer à ces mou-

1. Συμβεβηκέναι, arriver *par accident*, κατὰ συμβεβηκός ; en langage moderne, *résulter de la composition* d'autres mouvements.

vements ; ce qui s'y trouve cède avec indifférence aux mouvements naturels de chacun des astres et les laisse passer, bien que ces mouvements se produisent en des sens opposés ; en sorte que tous les astres peuvent passer, et que tous peuvent être aperçus, au travers de tous les fluides qui sont répandus d'une manière homogène. »

Malgré la concision de cet exposé, nous y percevons nettement la doctrine que Ptolémée professe touchant les hypothèses astronomiques.

Les diverses rotations sur des cercles concentriques ou excentriques, sur des épicycles, qu'il faut composer pour obtenir la trajectoire d'un astre errant sont des artifices combinés en vue de sauver les phénomènes à l'aide des hypothèses les plus simples qui se puissent trouver. Mais il faut bien se garder de croire que ces constructions mécaniques aient, dans le Ciel, la moindre réalité. L'orbe de chacun des astres errants est rempli d'une substance fluide qui n'oppose aucune résistance au mouvement des corps qu'elle baigne. Au sein de cette substance, l'astre décrit sa trajectoire plus ou moins compliquée sans qu'aucune sphère solide le guide en sa marche. Tout en professant une théorie astronomique plus savante, Ptolémée se réclame d'une Physique toute semblable à celle de Cléanthe. Il n'a cure des critiques que Dercyllide, Adraste d'Aphrodisie et Théon de Smyrne adressaient à cette Physique.

L'attitude de Ptolémée à l'égard du théorème d'Hipparque marque nettement la rupture avec les principes dont se réclamaient Adraste et Théon. Le mouvement du Soleil est également sauvé soit que l'on fasse décrire à cet astre un cercle excentrique au Monde, soit qu'on le fasse tourner sur un épicycle dont le centre demeure toujours à la même distance du centre de l'Univers. De ces deux hypothèses, quelle est celle qu'une saine Physique commande d'adopter ? Selon Adraste et Théon, c'est l'hypothèse de l'épicycle, car un mécanisme formé de sphères solides emboîtées les unes dans les autres permet alors de figurer la marche du Soleil. Selon Ptolémée[1], « il est plus raisonnable de s'at-

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre III, ch. IV ; éd. Halma, t. I, pp. 183-184.

tacher à l'hypothèse de l'excentrique, parce qu'elle est plus simple, et qu'elle ne suppose qu'un seul et non deux mouvements. »

La doctrine exposée par Ptolémée en ce passage semble avoir été pleinement adoptée par Proclus, qui s'en occupe en diverses parties de ses écrits.

Il l'examine, en particulier, à la fin du livre où, sous le titre d'*Hypotyposes*[1], il présente le tableau des hypothèses astronomiques de Ptolémée.

Tout l'effort de Proclus va à établir que les mouvements hypothétiques en des excentriques et des épicycles qui, par leur composition, reproduisent le mouvement des astres errants sont de pures abstractions. Ces mouvements ne subsistent qu'en l'esprit de l'astronome ; ils ne sont rien dans les cieux. Seul, le mouvement complexe et indécomposé de chaque astre est doué de réalité.

Cette affirmation heurte directement la doctrine selon laquelle les corps célestes, par essence, ne peuvent éprouver que des mouvements circulaires et uniformes. Proclus le sait et le proclame : « Les astronomes qui ont présupposé l'uniformité des mouvements des corps célestes ignoraient que l'essence de ces mouvements est, au contraire, l'irrégularité. »

En vertu du principe que leur Physique a posé, ces astronomes regardent le mouvement compliqué et irrégulier d'une planète, celui qui apparaît à l'observation, comme le résultat de plusieurs mouvements simples, accomplis suivant un excentrique et un épicycle ; ceux-ci sont, pour eux, les seuls mouvements réels ; celui-là n'est qu'une apparence.

Mais au sujet de ces excentriques et de ces épicycles, deux opinions sont en présence : « Ou bien ces cercles sont simplement fictifs et idéaux ; ou bien ils ont une existence

1. *Hypothèses et époque des planètes* de C. Ptolémée et *Hypotyposes* de Proclus Diadochus, traduites pour la première fois du Grec en Français par M. l'Abbé Halma ; Paris, 1820. *Hypotyposes* de Proclus Diadochus, philosophe platonicien, *ou représentations des hypothèses astronomiques*, pp. 150-151.

réelle au sein des sphères des astres, sphères à l'intérieur desquelles ils sont donnés. »

Si ces excentriques et ces épicycles, si les mouvements par lesquels les astres les parcourent sont de pures conceptions de l'esprit, comment seraient-ils les seuls mouvements réels et véritables, tandis que les mouvements observés ne seraient que des apparences ? Ceux qui le prétendent « oublient que ces cercles sont seulement dans la pensée ; ils font des échanges entre des corps naturels et des conceptions mathématiques ; ils donnent les causes des mouvements naturels au moyen de choses qui n'ont point d'existence en la nature [1] ».

Prendra-t-on le second parti ? Déclarera-t-on que les excentriques et les épicycles ne sont point de simples conceptions de l'esprit, mais des corps physiquement réalisés en l'essence céleste ? Ceux qui raisonnent ainsi se heurtent à des impossibilités : « En admettant, en effet, que les mouvements irréguliers des astres sont véritablement produits par ces cercles, que ceux-ci ont une existence réelle au sein des cieux, ces astronomes détruisent la continuité des sphères en lesquelles se trouvent ces cercles qu'ils meuvent les uns dans un sens, les autres en sens contraire, et ceux-ci suivant une autre loi que ceux-là. »

Les combinaisons de mouvements proposées par les astronomes étant de pures conceptions, dénuées de toute réalité, elles n'ont pas à être justifiées à l'aide des principes de la Physique ; elles doivent seulement être disposées de telle sorte que les apparences soient sauvées. Les astronomes « ne concluent pas les conséquences à partir des hypothèses, comme l'on fait dans les autres sciences ; mais prenant les conclusions pour point de départ, ils s'efforcent de construire des hypothèses desquelles résultent nécessairement des effets conformes à ces conclusions. — *Οὐκ ἀπὸ τῶν ὑποθέσεων τὰ ἑξῆς συμπεραίνουσιν, ὥσπερ αἱ ἄλλαι ἐπιστήμαι, ἀλλ' ἀπὸ τῶν συμπερασμάτων τὰς ὑποθέσεις ἐξ ὧν ταῦτα δεικνύναι ἔδει πλάττειν ἐγχειροῦσι.* ».

1. Le texte dit : *ἐκ τῶν ἐοικούντων ἐν τῇ φύσει* ; visiblement, il faut lire : *οὐκ οἰκούντων*.

Ne croyons pas, cependant, lorsque ces hypothèses nous auront permis de décomposer le mouvement complexe des astres en mouvements plus simples, que nous soyons parvenus à découvrir les mouvements réels sous des mouvements apparents ; les mouvements réels, ce sont ceux-là mêmes qui se manifestent à nous ; le but que nous aurons alors atteint est plus modeste ; nous aurons simplement rendu les phénoménes célestes accessibles aux calculs des astronomes : « Ces hypothèses sont conçues en vue de découvrir la forme des mouvements des astres, lesquels, en réalité, se meuvent conformément à ce qui paraît ; grâce à elles, on peut aborder la mesure des particularités qui s'offrent en ces astres. — *Ἵνα γένηται καταληπτὸν τὸ μέτρον τῶν ἐν αὐτοῖς.* »

Déjà Ptolémée avait mis les astronomes en garde contre la tentation de comparer les choses divines aux choses humaines. Ce rappel à la modestie qui sied à notre science est entendu par Proclus ; il s'accorde fort justement, d'ailleurs, avec le Platonisme du philosophe athénien :

« Par suite de notre faiblesse, dit-il[1], il s'introduit de l'inexactitude dans la suite des images par lesquelles nous représentons ce qui est. Pour connaître, en effet, il faut que nous usions de l'imagination, du sentiment et d'une foule d'autres instruments. Car les dieux ont réservé toutes ces choses à l'un d'entre eux, à la divine Intelligence.

« Lorsqu'il s'agit des choses sublunaires, nous nous contentons, à cause de l'instabilité de la matière qui les forme, de prendre ce qui se produit dans la plupart des cas. Lorsque d'autre part, nous voulons connaître les choses célestes, nous usons du sentiment, et nous faisons appel à une foule d'artifices fort éloignés de toute vraisemblance. Par suite, au sujet de chacune de ces choses, il faut nous contenter d'*à peuprès* (*τὸ ἐγγὺς*), nous qui sommes logés, comme l'on dit, au plus bas lieu de l'Univers. Qu'il en soit ainsi, cela est rendu manifeste par les découvertes que l'on fait

1. Procli Diadochi *In Platonis Timaeum commentaria*. Edidit Ernestus Diehl, Lipsiae, 1903 : *Βιβλίον* B (Tim. 29 C D.), t. I, pp. 352-353.

au sujet de ces choses célestes ; car d'hypothèses différentes on tire les mêmes conclusions relatives aux mêmes objets ; parmi ces hypothèses, il en est qui sauvent les phénomènes au moyen des épicycles, d'autres au moyen des excentriques, d'autres au moyen des sphères dénuées d'astres et tournant à contre-sens [1]...

« Les dieux, assurément, ont un plus sûr jugement ; mais pour nous, il faut nous contenter d'atteindre seulement l'*à peu près* de ces choses ; car nous sommes des hommes,... en sorte que nous parlons selon la vraisemblance et que les discours que nous tenons ressemblent à des fables. »

L'Astronomie donc ne saisit point l'essence des choses célestes ; elle en donne seulement une image ; cette image même n'est point exacte, mais seulement approchée ; elle se contente d'*à peu près*. Les artifices géométriques qui nous servent d'hypothèses pour sauver les mouvements apparents des astres ne sont ni vrais, ni vraisemblables. Ce sont de pures conceptions que l'on ne saurait réaliser sans formuler des absurdités. Combinés dans l'unique but de fournir des conclusions conformes aux observations, ils ne sont point déterminés sans ambiguïté. Des hypothèses fort différentes peuvent conduire à des conséquences identiques qui sauvent également les apparences. D'ailleurs, ces caractères de l'Astronomie ne doivent pas étonner. Ils marquent simplement que la connaissance de l'homme est bornée et relative, que la science humaine ne saurait rivaliser avec la science divine. Telle est la doctrine de Proclus.

Elle est bien loin, certes, de l'ambitieuse Physique qui, au Περὶ Οὐρανοῦ et en la *Métaphysique*, prétend spéculer si profondément sur l'essence des choses célestes qu'elle parvienne à fixer les principes essentiels de l'Astronomie.

Par plus d'un point, il serait permis de la rapprocher du Positivisme ; dans l'étude de la Nature, elle sépare, comme le Positivisme, les objets qui sont accessibles à la connais-

1. Il s'agit ici des ἀναλίττουσαι σφαῖραι considérées par Eudoxe, par Calippe et par Aristote.

sance humaine de ceux qui sont essentiellement inconnaissables à l'homme ; mais la ligne de démarcation n'a pas le même trajet pour Proclus et pour Suart Mill.

Proclus abandonne à la raison humaine l'étude des éléments et des mixtes qui forment le monde sublunaire ; de ceux-là nous pouvons connaître la nature ; nous pouvons construire une Physique des corps soumis à la génération et à la corruption. Des substances célestes, au contraire, nous pouvons connaître les phénomènes, non la nature ; le Λόγος divin peut seul comprendre cette nature.

Du jour où la même nature a été attribuée aux corps célestes et aux corps sublunaires, une telle doctrine a dû être modifiée. En étendant à tous les corps ce que Proclus réservait aux astres, en déclarant que les phénomènes produits en toute matière sont seuls accessibles à la connaissance humaine, tandis que la nature même de cette matière échappe aux prises de notre entendement, le Positivisme moderne s'est constitué.

Simplicius, esprit éclectique, et qui ne penche point vers les solutions extrêmes, s'en est tenu à une sorte de terme moyen entre l'opinion d'Aristote et l'opinion de Proclus.

Avec Aristote, le commentateur athénien admet que le mouvement circulaire et uniforme est le mouvement essentiel des corps célestes ; il refuse seulement d'accorder au Stagirite que chaque partie de la cinquième essence tourne nécessairement autour du centre du Monde. Les mouvements irréguliers des astres errants ne sont pas, comme le prétendait Proclus, les seuls mouvements réels de ces astres. Ce sont, au contraire, des apparences compliquées, produites par la composition de plusieurs mouvements circulaires et uniformes.

Ces principes, formulés par la Physique, posent donc à l'Astronomie ce problème : Décomposer le mouvement de chaque astre errant en mouvements circulaires et uniformes. Mais, après qu'elle lui a assigné cette tâche, l'étude de l'essence céleste ne fournit pas à l'astronome le moyen de l'accomplir ; elle ne lui enseigne pas quels sont les véritables mouvements circulaires et uniformes qui, seuls, constituent

la réalité sous-jacente à la marche apparente d'une planète.

L'astronome, alors, prend la question d'un autre biais. Il imagine certains mouvements circulaires et uniformes que produisent soit des sphères homocentriques dépourvues d'astres, soit des excentriques et des épicycles ; il combine ces mouvements jusqu'à ce qu'il parvienne à *sauver les phénomènes*. Mais une fois cet objet atteint, il doit bien se garder de croire que ses hypothèses représentent les mouvements réels des astres. Les mouvements simples qu'il a imaginés et composés entre eux ne sont pas plus les mouvements réels des corps célestes que ne le sont les mouvements irréguliers et compliqués qui se manifestent à nos sens.

Les hypothèses des astronomes n'étant point des réalités, mais seulement des fictions dont tout l'objet est de sauver les apparences, on ne saurait s'étonner que des astronomes différents tentent d'atteindre cet objet en usant d'hypothèses différentes.

Telle est, croyons-nous, la doctrine de Simplicius ; elle nous paraît clairement exprimée en divers passages de ses écrits ; voici quelques-uns de ces passages :

« Il est évident [1] que le fait de différer d'opinions au sujet de ces hypothèses ne saurait donner lieu à aucun reproche. L'objet que l'on se propose, en effet, est de savoir si, en admettant certaines suppositions, on parviendra à sauver les apparences. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si des astronomes divers se sont efforcés de sauver les phénomènes en partant d'hypothèses différentes. *Δῆλον δέ, ὅτι τὸ περὶ τὰς ὑποθέσεις ταύτας διαφέρεσθαι οὐκ ἔστιν ἔγκλημα· τὸ γὰρ προκείμενόν ἐστι, τίνος ὑποτεθέντος σωθείη ἂν τὰ φαινόμενα ; οὐδὲν οὖν θαυμαστόν, εἰ ἄλλοι ἐξ ἄλλων ὑποθέσεων ἐπειράθησαν διασῶσαι τὰ φαινόμενα.* »

« Voici l'admirable problème des astronomes [2] : Ils se donnent, d'abord, certaines hypothèses ; les anciens, con-

1. Simplicii *In Aristotelis quatuor libros de Coelo commentaria* ; in lib. I comm. 6 ; éd. Karsten, p. 17, col. b ; éd. Heiberg, p. 32.
2. Simplicius, *Op. cit.*, in lib. II comm. 28 ; éd. Karsten, p. 189, col. b ; éd. Heiberg, p. 422.

temporains d'Eudoxe et de Calippe, prenaient les hypothèses des sphères dites tournant à contre-sens ; au nombre de ceux-là, on doit compter Aristote qui, en sa *Métaphysique*, enseigne le système des sphères ; les astronomes qui sont venus après ceux-là ont posé les hypothèses des excentriques et des épicycles. A partir de ces hypothèses, les astronomes s'efforcent de montrer que tous les corps célestes ont un mouvement circulaire et uniforme, que toutes les irrégularités qui se manifestent en l'observation de chacun de ces corps, son mouvement tantôt plus rapide et tantôt plus lent, tantôt direct et tantôt rétrograde, sa latitude tantôt boréale et tantôt australe, ses stations en un même lieu du Ciel, son diamètre apparent tantôt plus grand et tantôt plus petit, toutes ces choses et toutes les choses analogues ne sont que des apparences et nullement des réalités. »

« Pour sauver ces irrégularités [1], les astronomes imaginent que chaque astre se meut à la fois de plusieurs mouvements ; les uns supposent des mouvements suivant des excentriques et des épicycles; les autres invoquent des sphères homocentriques au Monde, que l'on nomme des sphères tournant à contre-sens. Mais de même que l'on ne regarde pas comme des réalités les stations et les mouvements rétrogrades des planètes, non plus que les additions ou les soustractions des nombres qui se rencontrent dans l'étude des mouvements, et cela bien que les astres semblent se mouvoir de la sorte, de même, une exposition conforme à la vérité n'admet pas non plus les hypothèses comme si elles étaient telles en réalité. En raisonnant sur l'essence des mouvements célestes, les astronomes démontrent que ces mouvements sont exempts de toute irrégularité, uniformes, circulaires, toujours de même sens. Mais ils n'ont pu établir avec exactitude comment les conséquences qu'entraînent ces dispositions sont seulement fictives et comment elles ne sont nullement réelles ; alors ils se contentent de juger qu'il est possible, au moyen de mouvements circu-

1. Simplicius, *Op. cit.*, in. lib. II comm. 44 ; éd. Karsten, p. 219, col. a ; éd. Heiberg, p. 488.

laires, uniformes, toujours de même sens, de sauver les mouvements apparents des astres errants. »

Cette doctrine de Simplicius est semblable de tout point à celle qu'avait formulée Posidonius et dont Géminus avait conservé l'énoncé. Nous n'avons donc pas à nous étonner que Simplicius ait inséré cet énoncé dans ses commentaires à la *Physique* d'Aristote et qu'il ait paru y voir la meilleure définition des rôles respectifs du mathématicien et du physicien.

II

La Philosophie des Arabes et des Juifs.

Avec autant de persévérance que de succès, le génie géométrique des Grecs s'était efforcé à décomposer le mouvement compliqué et irrégulier de chaque astre errant en un petit nombre de mouvements circulaires simples. Leur génie logique et métaphysique s'était appliqué, de son côté, à l'examen des compositions de mouvements imaginées par les astronomes ; après quelques hésitations, il s'était refusé à regarder les excentriques et les épicycles comme des corps doués, au sein des cieux, d'une existence réelle ; il n'avait voulu y voir que des fictions de géomètres, propres à soumettre au calcul les phénomènes célestes ; pourvu que ces calculs s'accordassent avec les observations, pourvu que les hypothèses permissent de sauver les apparences, le but visé par l'astronome était atteint ; les hypothèses étaient utiles ; seul le physicien eût été en droit de dire si elles étaient ou non conformes à la réalité ; mais, dans la plupart des cas, les principes qu'il pouvait affirmer étaient trop généraux, trop peu détaillés pour l'autoriser à prononcer un tel jugement.

Les Arabes n'ont pas reçu en partage la prodigieuse ingéniosité géométrique des Grecs ; ils n'ont pas connu d'avantage la précision et la sûreté de leur sens logique. Ils n'ont apporté que de bien minces perfectionnements aux hypothèses par lesquelles l'Astronomie hellène était parve-

nue à résoudre en mouvements simples la marche compliquée des planètes. Et d'autre part, lorsqu'ils ont examiné ces hypothèses, lorsqu'ils ont tenté d'en découvrir la véritable nature, leur vue n'a pu égaler en pénétration celle d'un Posidonius, d'un Ptolémée, d'un Proclus ou d'un Simplicius; esclaves de l'imagination, ils ont cherché à voir et à toucher ce que les penseurs grecs avaient déclaré purement fictif et abstrait ; ils ont voulu réaliser, en des sphères solides roulant au sein des cieux, les excentriques et les épicycles que Ptolémée et ses successeurs donnaient comme artifices de calcul.

Le besoin de discuter les hypothèses astronomiques paraît, d'ailleurs, s'être développé tardivement en l'esprit des astronomes arabes. Pendant longtemps, ceux qui ont étudié l'*Almageste* se sont bornés à l'exposer, à le résumer, à le commenter, à construire des tables qui permissent d'en appliquer les principes, mais sans examiner en aucune façon le sens et la nature des suppositions qui portent tout le système de Ptolémée. En vain chercherait-on dans les écrits d'Aboul Wéfa, d'Al-Fergani, d'Al-Battâni le moindre aperçu touchant le degré de réalité qu'il convient d'attribuer aux excentriques et aux épicycles. La Science traversait alors une de ces périodes où l'esprit de ses adeptes, pleinement adonné au soin de perfectionner les applications des théories et les méthodes d'observation, n'a ni le loisir, ni le désir de discuter la solidité des fondements mêmes de l'édifice scientifique. Au cours de son développement, elle a rencontré à plusieurs reprises de telles périodes, durant lesquelles sommeille le sens critique ; mais bientôt ce sens s'éveille à nouveau, plus ardent à discuter les principes des doctrines physiques qu'à en déduire de nouvelles conséquences.

Pour découvrir un auteur qui ait discuté la nature des mécanismes conçus par Ptolémée, il nous faut franchir un long intervalle de temps et arriver jusqu'à la fin du IXe siècle.

A cette époque, le savant et fécond astronome sabian Thâbit ibn Kourrah composa un traité dans lequel il s'efforçait d'at-

tribuer aux cieux une constitution physique qui pût s'accorder avec le système de Ptolémée. Ce traité ne se trouve pas parmi les écrits du même auteur dont les traductions latines sont parvenues jusqu'à nous ; mais il nous est connu par les dires de Maïmonide et d'Albert le Grand, qui l'ont eu en mains. Nous savons que Thâbit ibn Kourrah formait les cieux au moyen d'orbites sphériques solides, creuses ou pleines, roulant au sein d'un fluide éthéré capable de condensation et de dilatation.

Les tendances qui avaient porté Thâbit ibn Kourrah à matérialiser les hypothèses de Ptolémée, à les dépouiller de la forme purement abstraite et géométrique en laquelle les astronomes grecs les avaient conçues, pour les réaliser et les incarner en des corps solides ou fluides, continuèrent à diriger les efforts de divers penseurs musulmans. Plus d'un siècle après la mort de Thâbit, nous les voyons orienter les recherches d'Ibn-al-Haitam, celui-là même dont l'Optique, sous le nom de *Perspective d'Al-Hazen*, eut tant de vogue au Moyen-Age et jusqu'à la Renaissance.

Le *Résumé d'Astronomie* d'Ibn-al-Haitam, composé en arabe, a été traduit en hébreu par Jacob ben Machir (Prophatius), puis d'hébreu en latin par Abraham de Balmès. En passant par ces deux versions successives, le préambule qu'Ibn-al-Haitam avait composé pour son traité s'est transformé en un extraordinaire galimatias; néanmoins, parmi les innombrables non-sens qui émaillent ce *proœmium* [1], on découvre quelques phrases, à peu près intelligibles, où transparaît la pensée de l'auteur. Nous y voyons l'astronome arabe s'élever contre ceux qui, pour rendre compte des mouvements célestes, « construisent des démonstrations abstraites au moyen du mouvement d'un point idéal sur les circonférences de cercles fictifs...De telles démonstrations ne sont intelligibles que pour l'objet que ces

1. Maurice Steinschneider, *Notice sur un ouvrage astronomique inédit d'Inb Haïtam* (*Bulletino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. Boncompagni, t. XIV, 1883, pp. 733-736).

auteurs ont voulu atteindre, pour la mesure qu'ils avaient définie et décrite... Les mouvements des cercles et le point fictif que Ptolémée avait considérés d'une manière entièrement abstraite, nous les placerons en des surfaces sphériques ou planes qui seront animées des mêmes mouvements. Cela, en effet, constitue une représentation plus exacte et, en même temps, plus claire à l'intelligence... Nos démonstrations seront plus courtes que celles où l'on fait seulement usage de ce point idéal et de ces cercles fictifs... Nous avons examiné les divers mouvements qui se produisent à l'intérieur des orbes, de telle sorte que nous fassions correspondre à chacun de ces mouvements le mouvement simple, continu et éternel d'un corps sphérique ; et tous ces corps, attribués ainsi à chacun de ces mouvements, il sera possible de les mettre simultanément en action, sans que cette action soit contraire à la position qu'on leur a donnée, sans rien rencontrer qui les heurte, les comprime ou les brise d'aucune manière ; de plus ces corps, en leurs mouvements, demeureront continus avec la substance interposée... »

Thâbit ibn Kourrah, Ibn-al-Haitam sont de la même famille intellectuelle qu'Adraste d'Aphrodisie et que Théon de Smyrne ; des hypothèses abstraites, réduites à de simples fictions géométriques, ne sauraient les satisfaire, si propres soient-elles à sauver les phénomènes ; mais lorsqu'ils ont représenté ces hypothèses au moyen de corps solides qui se laissent tourner et sculpter, qui puissent rouler les uns sur les autres, leur imagination, dont les besoins sont assouvis, se prend pour la raison et croit avoir pénétré la nature même des choses.

En tout temps, il s'est rencontré de tels esprits. Il en fut donc aux époques qui suivirent Ibn-al-Haitam. En la préface de sa traduction du *Résumé d'Astronomie*, Prophatius nous dit [1] qu'un homme « venu d'une terre éloignée, qui trouvait les démonstrations du livre d'Al-Fergani en discordance avec la nature des choses existantes, l'a

1. STEINSCHNEIDER, *loc. cit.*, p. 723.

pressé de traduire » l'ouvrage d'Ibn-al-Haitam. Les agencements d'orbes solides que cet ouvrage proposait, en développant d'ailleurs une pensée de Simplicius, allaient fournir des modèles mécaniques du système de Ptolémée, et, par là, contribuer grandement à assurer le triomphe de ce système parmi les Chrétiens d'occident. Les hypothèses développées en ce traité n'allaient pas tarder, cependant, à être attaquées au nom des principes de la Physique, et cela précisément parce qu'elles avaient prétendu représenter la nature des choses.

On peut, en effet, regarder les hypothèses de l'Astronomie comme de simples fictions mathématiques que le géomètre combine afin de rendre les mouvements célestes accessibles à ses calculs; on peut y voir aussi la description de corps concrets, de mouvements réellement accomplis. Dans le premier cas, une seule condition est imposée à ces hypothèses, celle de *sauver les apparences* ; dans le second cas, la liberté de celui qui les imagine se trouve beaucoup plus étroitement limitée ; s'il est, en effet, l'adepte d'une philosophie qui prétende connaître quelque chose de la céleste essence, il lui faudra mettre ses hypothèses d'accord avec les enseignements de cette philosophie.

Ptolémée et les penseurs hellènes qui sont venus après lui ont adopté, au sujet des hypothèses astronomiques, la première de ces deux opinions. Ils ont pu, dès lors, sans souci des diverses Physiques dont ils disputaient entre eux ou avec leurs contemporains, composer leurs théories géométriques; ils ont pu choisir leurs suppositions sans se mettre en peine de rien, si ce n'est de l'accord entre les résultats de leurs calculs et les données des observations.

Au contraire, avec Thâbit ibn Kourrah, avec Ibn-al-Haitam, les astronomes arabes ont voulu que les hypothèses qu'ils formulaient correspondissent à des mouvements véritables de corps solides ou fluides réellement existants ; dès lors, ils ont rendu ces hypothèses justiciables des lois posées par la Physique.

Or la Physique professée par la plupart des philosophes de l'Islam était la Physique péripatéticienne, la Philosophie

que Sosigène et Xénarque avaient depuis longtemps opposée à l'Astronomie des excentriques et des épicycles, montrant que la réalité de celle-ci ne se pouvait concilier avec la vérité de celle-là. Le réalisme des astronomes arabes devait nécessairement provoquer les Péripatéticiens de l'Islam à une lutte ardente et sans merci contre les doctrines de l'*Almageste*.

La lutte dura pendant tout le XIIe siècle.

Maïmonide nous apprend qu'Ibn Bâdja (l'Avempace des Scolastiques latins) avait rejeté les épicycles comme incompatibles avec les principes de la Physique d'Aristote. Au dire d'Averroès et d'Al Bitrogi, Abou Bekr ibn Tofaïl (l'Abou Bacer de l'École) était allé plus loin ; il avait tenté de construire une Astronomie d'où les épicycles et les excentriques fussent également bannis.

Averroès avait été tout particulièrement soumis à l'influence des sages qui repoussaient les hypothèses de l'*Almageste*. « Par sa philosophie [1], il relève directement d'Ibn Bâdja ; Ibn Tofaïl fut l'artisan de sa fortune. » Sa formation intellectuelle le prédisposait donc à la lutte contre le système de Ptolémée.

Il n'y était pas moins disposé par son admiration fanatique pour Aristote. Aristote, dit Ibn Roschd (Averroès) dans la préface de son commentaire à la *Physique*, « a fondé et achevé la Logique, la Physique et la Métaphysique. Je dis qu'il les a fondées, parce que tous les ouvrages qui ont été écrits avant lui sur ces sciences ne valent pas la peine qu'on en parle et ont été éclipsés par ses propres écrits. Je dis qu'il les a achevées, parce qu'aucun de ceux qui l'ont suivi jusqu'à notre temps, c'est-à-dire pendant près de quinze cents ans, n'ont pu rien ajouter à ces écrits, ni y trouver une erreur de quelque importance. »

Celui qui avait écrit ces lignes ne pouvait manquer de regarder comme erronées toutes les suppositions qu'Hipparque et Ptolémée avaient substituées aux principes posés dans le Περὶ Οὐρανοῦ.

1. Ernest Renan, *Averroès et l'Averroïsme, essai historique* ; Paris, 1852 ; p. 11.

Aussi le commentaire au *De Caelo*, composé par Averroès, ne se contente-t il pas d'exposer le système des sphères homocentriques et de l'appuyer de toutes les raisons que peut fournir la Physique du Stagirite ; il contient également[1] une critique très ferme et très profonde du système que développait l'*Almageste* ; Ibn Roschd reprend, d'ailleurs, cette critique lorsqu'il commente[2] le XIIe livre de la *Métaphysique*.

Nous ne pouvons suivre ici cette longue argumentation d'Averroès contre les hypothèses de Ptolémée ; nous devons nous borner à en extraire les passages où le Commentateur expose ce qu'il pense des théories astronomiques en général.

En voici un[3] qui est bien remarquable : « On ne trouve rien, dans les sciences mathématiques, qui conduise à penser qu'il existe des excentriques et des épicycles.

« Les astronomes, en effet, posent l'existence de ces orbites à titre de principes, et ils en déduisent des conséquences, qui sont précisément ce que les sens peuvent constater ; ils ne démontrent nullement que les suppositions qui leur ont servi de principes soient, en retour, nécessitées par ces conséquences.

« Or, nous savons par la Logique que toute démonstration va du mieux connu au plus caché. Si ce qui est le mieux connu est postérieur à ce qui est le moins connu, on a une démonstration en *quia*. Si, au contraire, ce qui est connu précède ce qui est moins connu, deux cas peuvent se présenter : Il se peut que l'existence de l'objet de la démonstration soit cachée et que la cause en soit connue ; on a alors une démonstration absolue, qui fait connaître à la fois l'existence et la cause de son objet. Si, au contraire, c'est la cause de l'objet qui est inconnue, on aura seulement une démonstration en *propter quid*.

1. ARISTOTELIS *De Caelo cum* AVERROIS CORDUBENSIS *commentariis* ; libri secundi summae secundae quaesitum II, comm. 32, et quaesitum V, comm. 35.

2. ARISTOTELIS *Metaphysica cum* AVERROIS CORDUBENSIS *expositione* ; libri XII summae secundae cap. IV, comm. 45.

3. AVERROÈS, *De Caelo*, lib. II, comm. 35.

« Mais la théorie dont nous parlons n'appartient à aucun de ces modes de démonstration ; en cette théorie, en effet, ce sont les principes qui sont cachés ; mais ces principes ne sont nullement nécessités par les effets connus ; les astronomes se contentent de poser ces principes, bien qu'ils les ignorent.

« Si vous considérez, d'ailleurs, les effets en vue desquels les astronomes posent ces principes, vous n'y trouverez rien d'où se puisse conclure, d'une manière essentielle et nécessaire, qu'il en est ainsi. Seulement les astronomes, ayant posé des principes qui leur sont inconnus et en ayant tiré des conséquences qui sont connues, ont admis la réciproque. »

Poser *a priori* des hypothèses mathématiques, en tirer des corollaires qui soient la représentation fidèle des faits observés, c'est, pour l'astronome disciple de Ptolémée, l'œuvre essentielle de celui qui compose une théorie ; il serait bien fou de penser que l'expérience, alors qu'elle s'accorde avec les résultats de ses déductions, en transforme les prémisses en vérités démontrées ; rien ne prouve, en effet, que des prémisses toutes différentes n'eussent pu conduire aux mêmes conclusions ; contre une telle erreur, Averroès a raison de le mettre en garde. Mais il ne commettra pas cette erreur, il ne tournera pas dans le cercle vicieux que lui reproche le Commentateur, s'il a perçu le but véritable assigné à l'Astronomie par Posidonius, par Ptolémée, par Proclus, par Simplicius ; aux hypothèses qui portent sa théorie, il ne demandera pas d'être vraies, d'être conformes à la nature des choses ; il lui suffira que les résultats du calcul s'accordent avec ceux de l'observation, *que les apparences soient sauvées.*

D'une semblable théorie astronomique, Averroès ne veut pas se contenter ; il exige que la Science des mouvements célestes tire ses principes des enseignements de la Physique, et de la seule Physique qui soit véritable à ses yeux, de celle d'Aristote :

« Il faut donc [1] que l'astronome construise un système

1. Averroès, *Metaphysica*, lib. XII, summa II, cap IV, comm. 45.

astronomique tel que les mouvements célestes en résultent et qu'il n'implique aucune impossibilité au point de vue de la Physique. . . . . Ptolémée n'a pu parvenir à faire reposer l'Astronomie sur ses véritables fondements . . . . . L'épicycle et l'excentrique sont impossibles. Il est donc nécessaire de se livrer à de nouvelles recherches au sujet de cette Astronomie véritable, dont les fondements sont des principes de Physique . . . . En réalité, l'Astronomie de notre temps n'existe pas ; elle convient au calcul, mais ne s'accorde pas avec ce qui est. »

Averroès n'eut pas le loisir d'entreprendre la tâche qu'il jugeait nécessaire, de construire un système astronomique qui ne fût pas seulement capable de *sauver les apparences*, mais qui reposât sur des hypothèses conformes à la nature des choses, sur des principes tirés de la Physique et de la Métaphysique d'Aristote. « Dans ma jeunesse, dit-il[1], j'espérais que cette recherche serait accomplie par moi-même ; parvenu déjà à la vieillesse, je ne l'espère plus ; mais peut-être que ces paroles inciteront quelqu'un à reprendre cette étude. » Ce vœu d'Averroès fut accompli par son contemporain et condisciple Al-Bitrogi.

Élève d'Ibn Tofaïl comme Averroès, comme lui, adversaire déterminé du système de Ptolémée, qu'il paraît surtout connaître sous la forme que lui a imposée Thâbit ibn Kourrah, Al-Bitrogi (Alpetragius) entreprend de substituer un système nouveau aux doctrines de l'*Almageste*. Comme Averroès, il prétend que les principes sur lesquels repose cette théorie des planètes soient prouvés par des raisons tirées de la Physique, et il n'hésite pas à intituler son traité : *Planetarum theorica, physicis rationibus probata*[2].

A la vérité, la Métaphysique dont se réclament les principes posés par Al-Bitrogi à la base de son Astronomie n'a,

1. Averroès, *loc. cit.*

2. Alpetragii Arabi *Planetarum theorica, physicis rationibus probata, nuperrime latinis litteris mandata a* Calo Calonymos Hebreo Neapolitano, *ubi nititur salvare apparentias absque eccentricis et epicyclis.* Colophon : Venetiis, in ædibus Luce antonii Junte Florentini, anno Domini MDXXXI mense Januario.

avec la Philosophie première du Stagirite, qu'une assez lointaine affinité. Elle découle directement des doctrines posées en ce livre *De causis* que les Arabes attribuaient à Aristote, et dont la véritable origine a fait hésiter la Scolastique chrétienne, jusqu'au jour où saint Thomas d'Aquin y a reconnu une rhapsodie composée de fragments empruntés à Proclus.

Bien que la Physique qui le portait rappelât l'Académie bien plus que le Lycée, le système astronomique d'Al-Bitrogi, composé au moyen de sphères homocentriques comme celui du Stagirite, fut fort en faveur, vers la fin du Moyen-Age et au début de la Renaissance, auprès des péripatéticiens intransigeants, plus jaloux de garder les principes du Philosophe et du Commentateur que de sauver minutieusement les phénomènes célestes.

D'ailleurs, ce système ne se contentait pas de donner satisfaction aux penseurs, disciples fidèles d'Averroès, qui voulaient fonder l'Astronomie sur des hypothèses démontrées par la Physique et conformes à la nature des choses ; il plaisait également à ceux dont l'imagination réclamait une théorie que l'on pût représenter au moyen de corps façonnés par l'art du tourneur ; et jamais cette exigence n'avait été satisfaite par des moyens plus simples, puisque neuf couches sphériques concentriques, exactement emboîtées les unes dans les autres, figuraient toute la machine céleste.

Jusqu'au temps de Copernic, l'essai d'Al-Bitrogi et les tentatives de ses imitateurs disputeront au système de Ptolémée la faveur des Averroïstes italiens ; bien souvent même, ils parviendront à ravir cette faveur.

Les Arabes semblent donc avoir unanimement admis cet axiome : Les hypothèses astronomiques doivent être conformes à la nature des choses célestes ; par là, les uns entendaient que ces hypothèses devaient être déduites d'une Physique regardée comme assurée ; les autres entendaient qu'elles se pourraient figurer au moyen de corps solides ingénieusement sculptés et agencés. Aucun ne paraît s'être élevé jusqu'à la doctrine formulée par les penseurs hellènes:

Les hypothèses astronomiques ne sont pas des jugements portant sur la nature des choses ; il n'est pas nécessaire qu'elles se déduisent des principes de la Physique ni qu'elles s'accordent avec ces principes ; il n'est pas nécessaire, non plus, qu'elles se laissent figurer au moyen d'assemblages de corps solides roulant les uns sur les autres ; pures fictions géométriques, elles n'ont d'autre objet que de *sauver les apparences*.

Parmi les écrits composés en langue arabe, aucun ne nous présente le moindre reflet de cette doctrine, si ce n'est le grand traité de Philosophie et de Théologie que composa au douzième siècle le Juif Moïse ben Maimoun, connu sous le nom de Maïmonide. En ce *Guide des égarés* [1], nous trouvons divers passages où le savant rabbin nous expose ses pensées touchant les systèmes astronomiques.

L'idée qui domine toutes les discussions astronomiques de Maïmonide, idée nouvelle au sein du Péripatétisme sémitique, et qui, en ce milieu, surprend par ses allures prudemment sceptiques, c'est l'idée que Ptolémée avait indiquée, que Proclus avait développée : La connaissance des choses célestes, de leur essence, de leur véritable nature, passe les forces de l'homme ; les choses sublunaires sont seules accessibles à notre faible raison.

« Je t'ai promis, dit Maïmonide [1], un chapitre dans lequel je te parlerais des doutes graves qu'on peut opposer à celui qui croit que l'homme a embrassé par la Science l'ordre des mouvements de la sphère céleste, et que ce sont là des choses physiques qui arrivent par une loi nécessaire dont l'ordre et l'enchaînement sont clairs. J'en aborde maintenant l'exposition. »

Maïmonide alors, par une discussion très semblable à celle qu'ont menée Averroès et Al-Bitrogi, montre tout ce

1. *Le guide des égarés, traité de Théologie et de Philosophie* par Moïse ben Maimoun dit Maïmonide, publié pour la première fois dans l'original arabe et accompagné d'une traduction française et de notes critiques, littéraires et explicatives par S. Munk ; 3 vol. Paris, 1856-1857.

2. Maïmonide, *Op. cit.*, deuxième partie, ch. XXIII ; trad. Munk, t. II, p. 183.

qu'il y a d'inadmissible, pour un adepte de la Physique péripatéticienne, en ces excentriques et ces épicycles que supposent les astronomes. Puis il ajoute [1] :

« Regarde, par conséquent, combien tout cela est obscur. Si ce qu'Aristote dit dans la Science physique est la vérité, il n'y a ni épicycle ni excentrique, et tout tourne autour du centre de la Terre. Mais d'où viendraient alors aux planètes tous ces mouvements divers ? Est-il possible d'une manière quelconque que le mouvement soit parfaitement circulaire et égal et qu'il réponde en même temps aux phénomènes visibles, si ce n'est en l'expliquant par l'une des deux hypothèses ou par toutes les deux à la fois ? D'autant plus qu'en admettant tout ce que Ptolémée a dit,... les calculs faits d'après ces hypothèses ne se trouvent pas en défaut d'une seule minute.... Comment se figurer sans épicycle la rétrogradation apparente d'une planète, avec ses autres mouvements ? Et comment, d'autre part, imaginer qu'il y ait dans le Ciel un roulement, un mouvement autour d'un centre non fixe ? Et c'est là une perplexité réelle. »

Par quel moyen le penseur se dégagera-t-il de cette perplexité ? Par le moyen qu'ont indiqué Posidonius, Géminus, Ptolémée, Proclus, Simplicius. Maïmonide adopte les doctrines de ces Hellènes, et les termes dont ils se sont servis pour exprimer leur idée sont presque identiques à ceux qu'il emploie pour formuler sa pensée.

Voici, par exemple, un passage [2] où Ptolémée seul est cité, mais où l'on croirait entendre les propres paroles de Simplicius :

« Sache que si un simple mathématicien lit et comprend ces sujets astronomiques dont il a été parlé, il peut croire qu'il s'agit là d'une preuve décisive pour démontrer que tels sont la forme et le mouvement de ces sphères. Cependant, il n'en est pas ainsi, et ce n'est pas là ce que cherche la Science astronomique. A la vérité, il y a de ces sujets qui

1. Maïmonide, *loc. cit.*, pp. 192-193.
2. Maïmonide, *Op. cit.*, deuxième partie, ch. XI ; trad. Munk, t. II, pp. 92-93.

sont susceptibles d'une démonstration ; c'est ainsi, par exemple, qu'il est démontré que l'orbite du Soleil décline de l'équateur, et il n'y a pas de doute là-dessus. Mais que le Soleil ait une phère excentrique ou un épicycle, c'est ce qui n'a pas été démontré et l'Astronomie ne se préoccupe pas de cela ; car le but de cette science est de poser un système par lequel le mouvement de l'astre puisse être uniforme, circulaire, sans être jamais hâté, ni retardé, ni changé de sens, et dont le résultat soit d'accord avec ce qui se voit. En outre, l'astronome se propose de diminuer autant que possible les mouvements et le nombre des sphères ; si, par exemple, nous pouvons poser un système selon lequel les mouvements visibles de tel astre se justifient au moyen de trois sphères, et un autre système selon lequel la même chose peut se justifier à l'aide de quatre sphères, le mieux est de s'en tenir au système suivant lequel le nombre des mouvements est le moindre. C'est pourquoi nous préférons, pour le Soleil, l'excentrique à l'épicycle, comme l'a dit Ptolémée. »

D'où vient cette impuissance où gît l'astronome à transformer ses hypothèses en vérités démontrées ? Elle a pour cause le caractère borné de la Science humaine, qui ne peut atteindre à la connaissance des choses célestes. Ptolémée l'a insinué, Proclus l'a dit avec plus de force et Maïmonide le répète[1] :

« Ce que j'ai déjà dit plus haut, je le répéterai ici : C'est que tout ce qu'Aristote a dit sur les choses sublunaires a une suite logique ; ce sont des choses dont la cause est connue et qui se déduisent les unes des autres, et la place qu'y tiennent la sagesse et la prévoyance de la Nature est évidente et manifeste. Quant à tout ce qui est dans le Ciel, l'homme n'en connaît rien si ce n'est ce peu de théories mathématiques ; et tu vois ce qu'il en est. Je dirai, en me servant d'une locution poétique : *Les cieux appartiennent à l'Éternel, mais la terre, il l'a donnée aux fils d'Adam*

1. Maïmonide, *Op. cit.*, deuxième partie, ch. XXIV ; trad. Munk, t. II, pp. 194-195.

(Ps. CXIV, 16), c'est-à-dire que Dieu seul connaît parfaitement la véritable nature du Ciel, sa substance, sa forme, ses mouvements et leurs causes ; mais pour ce qui est au-dessous du Ciel, il a donné à l'homme la faculté de le connaître, car c'est là son monde, et la demeure où il a été placé et dont il forme lui-même une partie. Et c'est la vérité ; car il nous est impossible d'avoir les éléments nécessaires pour raisonner sur le Ciel, qui est loin de nous et trop élevé par sa place et son rang ... Mais fatiguer les esprits avec ce qu'ils ne sauraient saisir, n'ayant même pas d'instruments pour y arriver, ne serait qu'un manque de bon-sens et une espèce de folie. »

Il est donc sensé de s'efforcer à la constitution d'une Physique sublunaire qui nous enseigne les véritables propriétés des éléments et de leurs mixtes ; il est insensé de tenter la construction d'une Physique céleste qui prétende, par ses principes, connaître de la cinquième essence. Telle est la conclusion à laquelle s'arrête Maïmonide.

III

La Scolastique chrétienne du Moyen-Age.

Quelle doctrine astronomique convient-il d'adopter ? Faut il user du système de Ptolémée ? Faut-il se fier à la théorie d'Al-Bitrogi ? Les constructions géométriques proposées par l'*Almageste* sont admirablement propres à sauver les phénomènes ; à l'aide de ces constructions, les calculateurs ont pu dresser des tables qui annoncent les moindres détails des mouvements célestes, et les désaccords sont imperceptibles entre les indications de ces tables et les données de l'observation ; mais les hypothèses sur lesquelles reposent ces constructions n'ont pas été établies par la Physique péripatéticienne et, qui plus est, cette Physique produit des arguments propres à les renverser. La doctrine d'Al-Bitrogi, au contraire, a demandé à une Physique qu'elle croit aristotélicienne de jeter les fondements sur lesquels elle est assise ; mais ses déductions se sont arrêtées bien avant qu'elles n'aient produit des résultats susceptibles d'être comparés aux

observations ; elles n'ont pas été poussées jusqu'à la construction de tables et d'éphémérides, en sorte que l'on ne saurait dire si cette doctrine suffit à *sauver les phénomènes*.

Entre ces deux systèmes astronomiques, la Scolastique chrétienne du XIIIe siècle est en balance, poussée vers celui-là par la vive curiosité qui lui fait souhaiter une science naturelle conforme aux enseignements de l'expérience, entraînée vers celui-ci par son respect pour la Métaphysique du Philosophe. Parmi les maîtres de cette Scolastique, il en est pour lesquels la solution de ce dilemme est impliquée dans la réponse à cette question : Quelle valeur convient-il d'attribuer aux hypothèses de l'Astronomie ?

Frère Bernard de Verdun, en son *Tractatus super totam Astrologiam* [1], expose très complètement le débat entre les deux systèmes astronomiques ; après quoi il donne gain de cause au système de Plotémée. Pour lui, les hypothèses qui portent ce système sont véritables ; et leur vérité est démontrée par l'accord qui, depuis si longtemps, se maintient entre leurs conséquences et les mouvements observés. On les doit considérer comme des vérités de fait dont la certitude, immédiatement fournie par l'expérience sensible, échappe à toute démonstration parce qu'elle lui est antérieure et qu'elle la commande :

« Le premier procédé [la théorie d'Al Bitrogi], dit-il [1], est impossible ; il ne suffit pas à sauver les phénomènes précédemment énumérés, phénomènes que tout homme raisonnable est tenu d'admettre. Il reste donc que le second procédé, celui qui consiste à supposer un excentrique, un épicycle et des orbes multiples,. . . . . soit nécessaire. Par ce procédé, tous les inconvénients dont nous venons de parler sont évités, toutes les apparences énumérées au chapitre précédent sont sauvées ; en le prenant pour principe, on peut déterminer et prévoir tout ce qu'il est possi-

1. *Tractatus optimus super totam Astrologiam* editus a FRATRE BERNARDO DE VIRDUNO professore de ordine fratrum minorum (Bibliothèque nationale, fonds latin, mss. n° 7333 et n° 7334).

2. BERNARD DE VERDUN, *Op. cit.*, distinctio IIIa, capitulum 4um.

ble de connaître relativement aux mouvements célestes, aux distances et aux grandeurs des corps célestes ; et, jusqu'aujourd'hui, toutes ces prévisions se sont montrées exactes, ce qui n'arriverait pas si ce point de départ était faux ; car, en toute matière, une erreur petite au début devient grande à la fin.

« Tout ce qui apparaît dans les cieux est d'accord avec ce procédé, tandis que cela contredit au précédent. Comme, d'ailleurs, il est nécessaire de s'en tenir aux vérités d'observation qui ont été précédemment énumérées, il faut bien accorder aussi l'exactitude de ce procédé, et cela par la même nécessité qui nous contraint d'admettre les mouvements célestes en toute la nature. En faveur de quelques raisons sophistiques, nier ce qui est plus certain que toute raison, cela est absurde ; c'est sottise semblable à celle de ces anciens qui, en vertu de quelques sophismes, niaient le mouvement, et toute espèce de changement, et la pluralité des êtres, toutes choses dont la fausseté et la contradiction sont manifestes à notre sens. Ces choses-là, en effet, ne sauraient être démontrées, pas plus que l'on ne peut démontrer que le feu est chaud, ni que toute existence implique la substance et l'accident ; c'est le sens qui nous assure qu'il en est ainsi. Aussi le Philosophe déclare-t-il que nous connaissons ces choses avec plus de certitude qu'aucune raison n'en saurait donner ; et il ajoute qu'il ne saurait convenir d'en chercher des raisons ; car tout raisonnement de notre part présuppose le sens. »

Si nombreuses et si précises qu'aient été les confirmations qu'une théorie a reçues de l'expérience, jamais les hypothèses qui portent cette théorie n'acquièrent la certitude des vérités de sens commun ; ce serait grave erreur que de le penser, et Frère Bernard de Verdun se montrait fort naïf en adoptant cette opinion ; pour en tenir une semblable à notre époque, après que l'histoire a vu croûler tant de théories longtemps admises sans conteste, il faudrait une naïveté plus grande encore ; combien de nos contemporains, cependant, et qui se croient esprits forts, accordent aux théories scientifiques la confiance déraisonnable que leur donnait l'humble franciscain du XIIIe siècle !

C'est folie de croire que le contrôle de l'expérience peut transformer en vérités d'immédiate aperception les hypothèses sur lesquelles repose une théorie ; c'est folie plus grande encore de s'attacher à un système métaphysique au point d'en maintenir les conséquences en dépit des démentis de l'expérience ; c'est l'excès, cependant, auquel paraît s'être porté Roger Bacon.

Nous savons que Roger Bacon avait inséré, en une partie, aujourd'hui perdue, de l'*Opus minus*, un exposé des mouvements des corps célestes. Des considérations, trop éloignées de notre objet pour trouver place en cet article, nous portent à reconnaître cet exposé en un fragment de la marquetterie que Bacon a composée avec diverses parties de ses ouvrages antérieurs et qu'il a intitulée : *Communia naturalia.*

Le premier des trois chapitres qui composent ce fragment [1] est consacré à la comparaison des deux systèmes astronomiques de Ptolémée et d'Al-Bitrogi. Ce chapitre, où se trouvent textuellement enchâssés des passages très caractéristiques du *Tractatus super totam Astrologiam* de Bernard de Verdun, a parfois l'allure d'une polémique dirigée contre cet ouvrage [2]. « Ceux, dit Bacon, qui ont l'intention de détruire les épicycles et les excentriques, disent qu'il vaut mieux sauver l'ordre de la Nature et contredire au sens, qui se trouve si souvent en défaut, surtout dans les cas où intervient une grande distance ; il vaut mieux, à leur avis, laisser sans solution quelque sophisme difficile à résoudre que de supposer sciemment ce qui est contraire à la Nature. »

Poursuivant son exposé, Bacon revient à cette même pensée qu'il semble bien, cette fois, faire sienne : « Les mathématiciens-physiciens, ceux qui suivent les voies de

1. *Incipit liber primus communium naturalium* FRATRIS ROGERI BACON... *Incipit secundus liber communium naturalium, qui est de celestibus, aut de celo et mundo... Incipit quinta pars secundi libri naturalium...* Capitulum XVIIum (Bibliothèque Mazarine ms. n° 3576, fol. 130).

2. Depuis la rédaction de ce travail, de nouvelles recherches nous on convaincu que ce sont les écrits de Roger Bacon qui ont précédé et inspiré le traité de Bernard de Verdun ; ce que nous disons ici de l'opposition entre les opinions de ces deux Franciscains n'en subsiste pas moins.

la Nature, s'efforcent sans doute, tout comme les mathématiciens purs, qui ignorent la Physique, de sauver les apparences ; mais ils s'efforcent en même temps de sauver l'ordre et les principes de la Physique ; au contraire les mathématiciens purs les détruisent. Il semble donc qu'il vaut mieux, en nos suppositions, imiter les physiciens, dussions nous faire défaut en la solution de quelques sophismes tirés moins de la raison que du sens. »

Celui qui traçait ces lignes est celui que l'on représente souvent comme le redoutable adversaire de la Cosmologie déductive du Péripatétisme, comme le précurseur de la méthode expérimentale !

Malgré sa prédilection pour l'Astronomie fondée sur des principes de Physique, c'est-à-dire pour l'Astronomie d'Al-Bitrogi, prédilection qui refuse de se rendre même au démenti des faits, Bacon est bien obligé de reconnaître « que l'on ne trouve ni instruments, ni canons, ni tables construits en vue de soumettre au contrôle des faits les hypothèses des physiciens » ; il est bien obligé d'avouer que l'objet de toute théorie astronomique est de fournir des calculs conformes aux observations. « Il est une chose qu'il faut savoir et qui mérite attention : Bien que les mathématiciens purs, d'une part, et, d'autre part, ceux qui savent la Physique, proposent des procédés divers pour sauver ce qui apparaît dans les corps célestes, cependant, ils tendent tous à un seul et même but, bien que par des voies diverses ; ce but est de connaître les positions des astres fixes ou errants par rapport au zodiaque ; ainsi donc, bien qu'ils ne s'accordent pas sur la voie à suivre, ils admettent tous que le chemin suivi doit aboutir à la même fin et au même terme. »

On s'étonnerait assurément que Bacon s'en fût tenu à l'attitude qu'il avait momentanément adoptée en ce passage de l'*Opus minus*, qu'il eût persisté à mettre la Cosmologie d'Al-Bitrogi au-dessus du contrôle de l'expérience. En fait il n'a pas tardé à abandonner cette folle position.

Nous avons exhumé récemment une partie fort importante, et inconnue jusqu'ici, de l'*Opus tertium* ; dans le

manuscrit[1] qui la conserve, cette partie du dernier ouvrage que Roger Bacon ait adressé au pape Clément IV est ainsi intitulée : *Liber tertius Alpetragii.In quo tractat de perspectiva : De comparatione scientie ad sapientiam : De motibus corporum celestium secundum Ptolomeum. De opinione Alpetragii contra opinionem Ptolomei et aliorum. De scientia experimentorum naturalium.De scientium morali. De Alkimia.* Comme le fait prévoir ce titre, ce fragment de l'*Opus tertium* discute très longuement les deux systèmes astronomiques qu'ont proposés Ptolémée d'une part, et Al-Bitrogi d'autre part. Cette discussion, à peine modifiée,Bacon l'a insérée dans ses *Communia naturalium*[2] ; il l'a placée immédiatement avant la discussion tirée de l'*Opus minus*, sans souci des illogismes flagrants que cette interversion de l'ordre chronologique introduisait en son exposé.

Au cours de cette discussion, Bacon laisse bien souvent percer son désir de conclure en faveur de la doctrine d'Al-Bitrogi ; il finit cependant par reconnaître[3] qu'elle est incompatible avec un certain nombre de faits ; ces faits sont ceux qu'en l'*Opus minus*, il avait traités de sophismes ; ce sont ceux qu'en son *Tractatus super totam Astrologiam*, Frère Bernard de Verdun avait énumérés et donnés comme l'ensemble des apparences essentielles que toute théorie astronomique était tenue de sauver.

Non moins que les imprudentes certitudes de Bernard de Verdun, les variations de Roger Bacon révèlent l'ignorance où ces deux Franciscains se trouvaient touchant la véritable nature des théories astronomiques ; la sagesse d'un Simplicius ne paraît pas être venue jusqu'à eux.

Leur bienheureux frère Bonaventure semble avoir perçu une sorte de reflet de cette sagesse ; il en use, d'ailleurs, contre ceux qui, forts des confirmations de l'expérience,

1. Bibliothèque nationale, fonds latin, ms. n° 10264, fol. 186, recto, à fol. 220, recto.

2. Fratris Rogeri Bacon *Communium naturalium*, liber secundus ; partis quintæ capp. II ad VI ; Bibliothèque Mazarine, ms. n° 3576, fol. 120 à fol. 130.

3. Bibliothèque nationale, fonds latin, ms. n° 10264, fol. 206. Bibliothèque Mazarine, ms. n° 3576, fol. 129.

prétendent transformer le système de Ptolémée en vérité démontrée :

« Au jugement des sens, dit le Docteur Séraphique [1], il semble que la supposition des mathématiciens soit la plus exacte, car les déductions et les jugements qu'ils fondent sur cette supposition ne les conduisent à aucune conséquence erronée touchant les mouvements des corps célestes. Toutefois, au point de vue de la réalité, il n'est pas nécessaire que cette position soit plus vraie (*secundum rem tamen non oportet esse verius*) ; car le faux est souvent un moyen de découvrir la vérité ; il semble que le philosophe de la nature use d'une méthode et d'une supposition plus raisonnables. »

Entre le système de Ptolémée, qui sauve les apparences en rejetant les principes de la Physique péripatéticienne, et le système des sphères homocentriques qui s'appuie sur ces principes mais qui ne s'accorde pas avec les faits, saint Bonaventure ne sait où porter son choix ; il se souvient alors de l'enseignement des penseurs hellènes ; ceux-ci ont enseigné que l'accord de l'observation avec les corollaires d'une théorie n'assurait pas la vérité des hypothèses sur lesquelles repose cette théorie ; peut-être, en effet, les apparences pourraient-elles être sauvées au moyen d'autres hypothèses ; il place donc son espérance en l'invention de quelque nouveau système où les principes du physicien et les observations de l'astronome seraient également sauvegardés.

Si ce sentiment se devine seulement dans l'ouvrage du Docteur Séraphique, il s'affirme dans les écrits du Docteur Angélique.

En ses leçons sur le *De Caelo et Mundo* d'Aristote, Thomas d'Aquin esquisse les fondements philosophiques d'une théorie astronomique ; cette théorie n'admet que des rotations uniformes autour du centre de l'Univers.

1. Celebratissimi Patris Domini BONAVENTURAE DOCTORIS SERAPHICI *In secundum librum Sententiarum disputata* ; dist. XIV, pars II, quaest. II : Utrum luminaria moveantur in orbibus suis motibus propriis.

Cette théorie des révolutions célestes sauve tous les principes de la Métaphysique péripatéticienne ; s'accorde-t-elle également avec les observations astronomiques ? Thomas d'Aquin sait bien qu'il n'en est rien [1]. Déjà Eudoxe, Calippe et Aristote ont été obligés, pour représenter les divers accidents du cours des planètes, de compliquer extrêmement le système des sphères homocentriques, et plusieurs des complications qu'ils ont introduites ne trouvent point leur justification dans la philosophie du Stagirite. A plus forte raison on peut en dire autant des excentriques et des épicycles imaginés par Hipparque et par Plotémée.

Quelle créance convient-il d'accorder à ces hypothèses sur lesquelles reposent les divers systèmes astronomiques ? Déjà Averroès avait insisté sur ce fait que les considérations par lesquelles les géomètres les justifient n'ont rien d'une démonstration logique. La critique d'Averroès semble avoir inspiré à saint Thomas la réflexion suivante :

« Les suppositions que les astronomes ont imaginées ne sont pas nécessairement vraies ; bien que ces hypothèses paraissent *sauver les phénomènes* (*salvare apparentias*), il ne faut pas affirmer qu'elles sont vraies, car on pourrait peut-être expliquer les mouvements apparents des étoiles par quelque autre procédé que les hommes n'ont point encore conçu. »

Cette réflexion, d'ailleurs, il l'avait déjà formulée auparavant [2], quoique d'une manière un peu plus concise, alors qu'il exposait cet axiome fondamental d'Aristote : Tout mouvement circulaire simple se fait autour du centre du Monde.

« En effet, une roue qui se meut autour de son propre centre ne se meut pas d'un mouvement purement circulaire ; son mouvement se complique de montée et de descente.

« Mais il semble, selon cette remarque, que les corps célestes ne sont pas tous mus de mouvement circulaire. En

1. Sancti Thomae Aquinatis *Expositio super libro de Caelo et Mundo* ; in lib. II lectio XVII.
2. Thomas d'Aquin, *Op. cit.*, in lib. I, lect. III.

effet, selon Ptolémée, les mouvements des planètes s'accomplissent selon des épicycles et des excentriques, et ces mouvements-là ne se font point autour du centre du Monde, qui est le centre de la Terre ; ils se font autour de certains autres centres.

« Il faut observer, à ce propos, qu'Aristote n'admettait pas qu'il en fût ainsi ; il supposait, comme les astronomes de son temps, que tous les mouvements célestes sont décrits autour du centre de la Terre. Plus tard, Hipparque et Ptolémée imaginèrent les mouvements des excentriques et des épicycles pour sauver ce qui se manifestait au sens dans les corps célestes. Cela n'est donc point chose démontrée ; c'est seulement une certaine supposition (*Unde hoc non est demonstratum, sed suppositio quædam*). Si toutefois cette supposition était vraie, les corps célestes continueraient à se mouvoir autour du centre du Monde par le mouvement diurne, qui est le mouvement de la sphère suprême ; celle-ci entraîne tout le Ciel dans sa révolution. »

Les hypothèses qui portent un système astronomique ne se transforment pas en vérités démontrées par cela seul que leurs conséquences s'accordent avec les observations ; Thomas d'Aquin le déclare après Averroès, bien que sous une forme moins rude ; et ce principe de Logique lui paraît sans doute fort essentiel, car il le formule encore en un autre endroit[1] :

« On peut, de deux manières différentes, rendre compte d'une chose ; une première manière consiste à établir par une démonstration suffisante l'exactitude d'un principe dont cette chose découle ; ainsi, en Physique, on donne une raison qui suffit à prouver l'uniformité du mouvement du Ciel. Une seconde manière de rendre raison d'une chose consiste non point à en démontrer le principe par preuve suffisante, mais à faire voir quels effets s'accordent avec un principe posé d'avance ; ainsi, en Astrologie, on rend compte des excentriques et des épicycles par le fait qu'au moyen de cette hypothèse, on peut *sauver les apparences*

1. Sancti Thomae Aquinatis *Summa theologica*, I, 32, I, ad. 2.

sensibles touchant les mouvements célestes ; mais ce n'est pas là un motif suffisamment probant, car ces mouvements apparents se pourraient peut-être sauver au moyen d'une autre hypothèse. »

En ces divers passages, saint Thomas d'Aquin adopte les idées que nous avons entendu exprimer par Simplicius ; il emprunte presque les termes dont celui-ci s'était servi. Nous reconnaissons ici les marques bien visibles d'une influence exercée par le commentateur grec sur le commentateur scolastique. D'ailleurs, cette influence n'est point niable ; en ses *Leçons* sur le *De Caelo et Mundo* d'Aristote, saint Thomas d'Aquin cite, à plusieurs reprises [1], les commentaires que Simplicius avait composés sur le même ouvrage.

Les principes posés par saint Thomas d'Aquin après Simplicius ont permis aux astronomes d'user sans scrupule des hypothèses de Ptolémée pour étudier les mouvements apparents des astres, alors même que leurs opinions métaphysiques les eussent contraints de rejeter ces hypothèses. Ainsi Jean de Jandun, grand admirateur d'Aristote et d'Averroès, adopte cependant, avec tous les astronomes de son temps, la seule théorie astronomique qui fournisse aux observateurs et aux calculateurs des canons et des éphémérides. Il affirme [2], « avec Ptolémée et tous les astronomes modernes », qu'il est nécessaire de supposer l'existence d'excentriques et d'épicycles. « En effet, il faut admettre au sujet des corps célestes les hypothèses qui permettent de sauver les phénomènes (*salvare apparentias*) observés depuis longtemps et constatés sans qu'aucune erreur soit à craindre, lorsqu'il est impossible, sans recourir à ces hypothèses, de sauver ces phénomènes et d'en rendre raison. »

Mais de ce que « ces orbites déterminent exactement les lieux et les mouvements des planètes, de ce qu'elles conviennent parfaitement au calcul et à la construction des

(1) Voir, en particulier : In lib. I lect. VI et in lib. II lect. IV.

(2) Joannis de Janduno *Acutissimae quaestiones in duodecim libros Metaphysicae ad Aristotelis et magni Commentatoris intentionem ab eodem exactissime disputatae* ; lib. XII, quaest. XX.

tables des mouvements célestes », en résulte-t-il qu'elles aient une existence essentielle et réelle, *in esse et secundum rem* ? Peu importe à l'astronome. « Il lui suffit de savoir ceci : Si les épicycles et les excentriques existaient, les mouvements célestes et les autres phénomènes se produiraient exactement comme ils se produisent ; et cela, par le fait seul que l'on supposerait de tels excentriques et de tels épicycles, que d'ailleurs ces orbites existent réellement parmi les corps célestes ou qu'ils n'existent pas ; cela suffit à l'astronome en tant qu'astronome, car l'astronome n'a pas à se soucier du pourquoi (*unde*) ; pourvu qu'il ait le moyen de déterminer exactement les lieux et les mouvements des planètes, il ne demande pas si cela provient ou non de l'existence réelle de telles orbites dans le Ciel ; cette recherche regarde le physicien ; car une conséquenee peut être exacte lors même que son antécédent serait impossible. »

Cela s'écrivait vers l'an 1330 à l'Université de Paris.

La fin du Moyen-Age s'écoule sans que l'enseignement de cette Université nous apporte aucun nouveau document relatif à la valeur des hypothèses astronomiques ; au XIVe siècle, à Paris, la science des mouvements célestes traverse une de ces périodes de paisible possession où nul ne discute plus les principes sur lesquels reposent les théories, où tous les efforts tendent à en perfectionner les applications. Le système de Ptolémée était alors admis sans conteste.

Les écoles italiennes de la même époque ne nous ont guère fourni de témoignages intéressants ; l'étude de la science astronomique y est alors moins avancée qu'à Paris; la faveur va surtout à l'Astrologie et l'on y discute peu de la nature et de la valeur des hypothèses que l'on emploie.

Pierre de Padoue, dit aussi Pierre d'Abano, fait cependant exception.

Quelque temps après l'an 1303, il avait rédigé son célèbre *Conciliator differentiarum philosophorum et medicorum* dont la vogue fut extrême et qui valut à l'auteur d'être surnommé *Petrus Conciliator*. Il avait formé le projet de composer un écrit analogue, consacré à l'Astronomie et

intitulé *Lucidator Astronomiae*. Cet ouvrage fut-il jamais achevé ? Nous l'ignorons. En tous cas, la Bibliothèque Nationale possède [1] le texte manuscrit du *Proœmium* et des premiers chapitres ou, comme dit *Petrus Padubanensis*, des premières différences ; ce fragment fut composé en 1310 ; malheureusement, le copiste — il se nommait *Petrus Collensis* — était scribe aussi maladroit qu'ignorant latiniste.

Pierre d'Abano est un compilateur ; il ne faut pas lui demander des principes logiques parfaitement fermes et clairs ; toutefois, lorsqu'il discute [2] les hypothèses relatives aux excentriques et aux épicycles, il est visiblement dirigé par les enseignements d'une certaine philosophie et, non moins visiblement, cette philosophie est celle de Ptolémée.

Il rappelle [3] que « selon l'opinion d'Aristote et de Ptolémée, la nature et l'art s'efforcent toujours de parvenir à leurs fins par les moyens les plus courts ; que c'est un péché de faire par de nombreux intermédiaires ce que l'on peut faire par des intermédiaires en nombre moindre, comme il apparaît au premier livre des Physiques ; que, selon Ptolémée, les hypothèses des excentriques et des épicycles se conforment à ce principe, car toute l'action de la céleste machine se trouve parfaitement reproduite en n'employant que dix-huit mouvements ».

Après avoir longuement exposé les divers systèmes proposés par les astronomes, il ajoute [4] : « Nous avons donc montré brièvement qu'aucune des opinions précédentes ne peut sauver d'une manière parfaite ce qui apparaît à l'astrologue, bien que certains systèmes entraînent des conséquences plus absurdes que celles qui découlent d'autres systèmes. »

Toutefois « il convient d'acquiescer de préférence au

1. Bibliothèque nationale, fonds latin, ms n° 2598, fol. 99, r°, à fol. 125, v°.

2. Petri Padubanensis *Lucidator Astronomiae* ; diff. IV a : An sit ponere eccentricos et epicyclos ? Ms. cit., fol. 112, col. c, ad fol. 116, col. c.

3. Pierre d'Abano, *loc. cit.*, fol. 112, col. c.

4. Pierre d'Abano, *loc. cit.*, fol. 115, col. a.

système de Ptolémée et de ses disciples qui supposent des excentriques et des épicycles, car ils rendent suffisamment compte des apparences, et cela par le moindre nombre de mouvements ».

Pierre d'Abano invoque alors l'autorité de Simplicius, puis il continue en ces termes[1] : « Ce qui me confirme en cette supposition, c'est qu'elle emploie, pour réaliser le mouvement céleste, le plus petit nombre d'organes : j'estime, en effet, que l'on ne doit pas composer le mouvement en question avec un grand nombre d'éléments lorsque l'on peut le construire plus brièvement et plus rapidement ; l'art démontre, d'ailleurs, la justesse de cette considération. C'est aussi que cette supposition sauve les apparences mieux que toutes les autres, comme on le voit à l'aide des instruments. C'est enfin qu'elle parvient mieux que les autres, par ses calculs, à découvrir les durées de révolution des orbes et des planètes. »

Ces divers passages écrits par Pierre d'Abano résument la Philosophie scientifique des astronomes chrétiens du Moyen-Age ; cette Philosophie elle-même se condense en deux principes :

Les hypothèses astronomiques doivent être les plus simples possibles.

Elles doivent sauver les phénomènes le plus exactement possible.

IV

La Renaissance avant Copernic.

Au XIVe siècle, l'Université de Paris avait essaimé ; les maîtres savants et nombreux de la Nation Anglaise, venus pour la plupart des pays de langue allemande, quittaient parfois les bords de la Seine pour fonder dans les contrées germaniques des Universités nouvelles qui fussent comme des colonies de l'*Alma mater*. La plupart du temps, ces Universités de langue allemande continuaient à subir les diverses influences émanées de Paris.

1. Pierre d'Abano, *loc. cit.*, fol. 115, col. b.

C'est ainsi que vers 1380, Henri Heinbuch de Hesse, très savant maître ès arts et bachelier en théologie de l'Université parisienne, s'éloignait des écoles de la rue du Fouarre et des chaires de la Sorbonne pour devenir, selon le titre qui lui est souvent donné, le *planteur* de l'Université de Vienne (*Plantator gymnasii Viennensis*). Astronome autant que théologien, il orienta l'Université nouvelle selon les tendances que ses maîtres lui avaient imprimées. Acceptant sans les discuter les principes du système de Ptolémée, l'école de Vienne consacra tous ses efforts à perfectionner le détail des théories, à créer ou à développer les procédés de calcul, à dresser des tables et des éphémérides, à construire des instruments, à imaginer des méthodes d'observation. Ses maîtres les plus illustres, les Georges de Peurbach et les Jean Müller de Kœnigsberg (Regiomontanus) réalisèrent au plus haut degré le type de l'homme qui excelle en chacun des détails techniques d'une science, mais à qui l'idée n'est jamais venue d'examiner la nature et la valeur des hypothèses qui portent cette science.

Tandis que les astronomes de Vienne mettaient les postulats du système de Ptolémée au nombre des vérités établies à jamais, les Averroïstes de l'École de Padoue, admirateurs fanatiques des enseignements du Commentateur, attaquaient avec frénésie les doctrines qu'il avait combattues.

Comme leur maître, les Averroïstes italiens refusaient à l'Astronomie le droit d'user d'hypothèses qui ne fussent pas conformes à la nature des choses, c'est-à-dire à la Physique du Philosophe et du Commentateur ; comme Averroès, ils déclaraient le système de Ptolémée irrecevable de ce chef ; comme Al-Bitrogi, ceux d'entre eux qui se croyaient astronomes essayaient de substituer à la théorie de l'*Almageste* une théorie exclusivement fondée sur l'emploi de sphères homocentriques.

Nicolas de Cues, qui avait étudié à Padoue, fit une première tentative de ce genre ; mais il eut le bon esprit de la garder secrète. Alessandro Achillini, le célèbre émule de Pomponat, n'eut garde d'imiter sa réserve. En 1494, il fit imprimer à Bologne ses *Quatuor libri de orbibus* ; une

nouvelle édition, plus correcte, en fut donnée en 1498 ; puis cet écrit fut réimprimé dans la collection des œuvres d'Achillini publiée à Venise en 1508, en 1545, en 1561 et en 1568.

Les quatre livres *Sur les orbes* développent, avec une pédante et fastidieuse minutie, les doctrines d'Averroès sur la matière des cieux, sur leur forme, sur les intelligences qui les meuvent.

C'est au premier livre de cet ouvrage [1] que le célèbre professeur averroïste de Bologne et de Padoue entreprend de ruiner le système de Ptolémée et qu'il trace l'esquisse de la théorie qu'il voudrait lui substituer.

Dès le début, l'auteur formule [2] cette proposition : « Les mouvements que Ptolémée suppose sont fondés sur deux hypothèses, l'excentrique et l'épicycle,qui ne s'accordent pas avec la Physique ; ces hypothèses sont fausses toutes deux. »

Il reprend alors, contre ces hypothèses, tous les arguments d'Averroès ; il indique les fondements d'une doctrine astronomique qui lui paraît conforme aux principes de la saine Physique et qui ne diffère guère de la doctrine d'Al-Bitrogi. « En réalité, conclut-t-il [3] en répétant textuellement un propos d'Averroès, l'Astronomie actuelle n'existe pas ; elle convient seulement au calcul des éphémérides. »

Mais, va-t-on lui objecter [4], « il faut bien admettre les hypothèses qui, pendant très longtemps et sans aucune erreur, ont été contrôlées par les observations, celles sans lesquelles il est impossible de *sauver les phénomènes* ; or les excentriques et les épicycles sont des hypothèses de ce genre ». A quoi Achillini répond : « La mineure de ce syllogisme doit être niée, puisque nous proposons de rendre, par d'autres causes, raison des phénomènes. D'ailleurs, les astronomes n'établissent l'existence des excentriques

1. ALEXANDRI ACHILLINI BONONIENSIS *Liber primus de orbibus*. Dubium tertium : An eccentrici sunt ponendi.

2. ALEXANDRI ACHILLINI BONONIENSIS *Opera omnia* ; Venetiis, apud Hieronymum Scotum, MDXLV, fol. 29, col. b.

3. ACHILLINI, *Op. cit.*, fol. 31, col. b.

4. ACHILLINI, *Op. cit.*, fol, 35, coll. a et b.

et des épicycles par aucune démonstration, de quelque genre que ce soit... ; il est évident, en effet, qu'ils ne la prouvent pas *à priori* ; ils ne la prouvent pas non plus *à posteriori*, car les effets qui nous apparaissent pourraient provenir d'autres causes... Ptolémée commet une erreur de Physique en usant de corps fictifs comme de causes propres à rendre raison des phénomènes. »

Agostino Nifo a, lui aussi [1], tenté d'écrire une Astronomie dont les hypothèses de Ptolémée fussent bannies ; il traite de « fables de vieilles femmes » les combinaisons de ceux qui admettent ces hypothèses. Contre eux et contre leurs doctrines, il reprend, comme Achillini, les divers arguments d'Averroès. « Vous devez savoir qu'une bonne démonstration prouve que la cause nécessite l'effet et inversement. Or, les excentriques et les épicycles étant admis, il est bien vrai que les apparences en résultent et peuvent être sauvées de la sorte ; mais il n'est pas vrai qu'inversement, les apparences étant posées, les excentriques et les épicycles existent nécessairement ; cela n'est vrai que d'une manière provisoire, jusqu'à ce que l'on ait trouvé une cause meilleure, qui nécessite les phénomènes et qui soit nécessitée par eux. Ceux-là donc pèchent qui partent d'une proposition dont la vérité peut découler de plusieurs causes et qui concluent en faveur de l'une de ces causes. Les apparences, en effet, peuvent être sauvées par cette sorte d'hypothèses dont nous avons parlé, mais aussi par d'autres suppositions qui n'ont pas encore été inventées.

«... Il y a trois espèces de démonstrations : La démonstration *par le signe* où, d'un effet qui nous est connu, nous concluons à la cause de cet effet. La démonstration *par la cause seulement* où, de la cause que son effet nous a permis de découvrir, nous concluons à l'effet. Enfin la démonstration *par la cause et l'essence*, ou démonstration simple

1. Aristotelis Stagiritæ *De Cœlo et Mundo libri quatuor, e Græco in Latinum ab* Augustino Nipho philosopho Suessano *conversi, et ab eodem etiam præclara, neque non longe omnibus aliis in hac scienta resolutiore aucti expositione*... Venetiis, apud Hieronymum Scotum, MDXLIX. (En terminant cet ouvrage, Nifo le date du 15 octobre 1514). Liber secundus, fol. 82, coll. c. et d.

ou *de nature*, qui part d'une cause qui nous est connue ; telle est la démonstration géométrique. »

Or la preuve de l'existence des excentriques et des épicycles n'appartient à aucun de ces trois genres de démonstration. « En effet, on peut bien procéder des mouvements apparents aux excentriques et aux épicycles, mais il est impossible de suivre la marche inverse ; on procéderait de l'inconnu au connu, car ce sont les apparences qui sont connues, tandis que les excentriques et les épicycles sont inconnus. »

Ces divers passages ne reproduisent pas seulement l'enseignement d'Averroès ; ils portent également, et bien reconnaissable, la marque de la pensée de saint Thomas d'Aquin, dont certaines propositions se trouvent textuellement reproduites en l'exposé de Nifo.

Cette critique prouve victorieusement que l'accord d'une théorie avec les observations ne saurait transformer en vérités démontrées les hypothèses sur lesquelles repose cette théorie ; pour achever la démonstration, en effet, il faudrait établir, en outre, qu'aucun autre ensemble d'hypothèses n'est capable de *sauver les apparences*. Mais les Averroïstes padouans de la Renaissance n'en tirent pas la conclusion prudente qu'au XIVe siècle, Jean de Jandun leur avait apportée de Paris ; ils n'accordent pas à l'Astronomie le droit d'user d'hypothèses purement conventionnelles et fictives ; ils ne veulent pas qu'elle borne ses ambitions à la composition d'une théorie propre au calcul des tables et des éphémérides ; dignes continuateurs du Commentateur et de son condisciple Al-Bitrogi, ils veulent la construire sur des principes démontrés par la Physique et ils condamnent rudement quiconque prétendrait procéder d'autre manière.

Écoutons plutôt Fracastor, présentant en 1535, au Pape Paul III, son livre des *Homocentriques*[1] :

« Vous n'ignorez pas que ceux qui font profession d'Astronomie ont toujours éprouvé une grande difficulté à rendre raison des apparences présentées par les astres. Deux

1. HIERONYMI FRACASTORI VERONENSIS *Homocentricorum, sive de stellis, liber unus* ; Venetiis, MDXXXV.

voies, en effet, s'offrent pour en rendre raison ; l'une procède à l'aide de ces orbes que l'on nomme homocentriques, l'autre au moyen de ceux que l'on appelle excentriques; chacune de ces deux voies a ses dangers, chacune a son écueil. Ceux qui usent des homocentriques ne parviennent pas à expliquer les phénomènes. Ceux qui usent des excentriques semblent, il est vrai, les mieux expliquer ; mais l'opinion qu'ils conçoivent de ces corps divins est injuste et, pour ainsi dire, impie ; ils leur attribuent des situations et des figures qui ne sauraient convenir aux cieux. Nous savons que, parmi les anciens, Eudoxe et Calippe, qui ont tenté de rendre compte des phénomènes à l'aide des homocentriques, ont été déçus à plusieurs reprises par suite de ces difficultés. Hipparque fut un des premiers qui aimèrent mieux admettre les orbes excentriques que d'être mis en défaut par les phénomènes. Ptolémée l'a suivi et, bientôt, presque tous les astronomes ont été entraînés par Ptolémée. Mais contre ces astronomes ou, du moins, contre l'hypothèse des excentriques dont ils usaient, la Philosophie tout entière a élevé de continuelles réclamations ; que dis-je, la Philosophie ? C'est bien plutôt la Nature et les orbes célestes eux-mêmes qui ont réclamé sans cesse. On n'a pu jusqu'ici rencontrer un philosophe qui permît d'affirmer l'existence de ces sphères monstrueuses parmi ces corps divins et parfaits. »

Fracastor ne se contentera pas d'éviter ces hypothèses absurdes ; il ne se contentera pas non plus de construire une théorie propre au calcul des mouvements célestes ; c'est aux causes mêmes de ces mouvements qu'il prétend atteindre [1] : « En nos *Homocentriques*, on ne rencontrera pas seulement cette utilité qui est la suite de toute théorie astronomique ; on y trouvera encore d'autres choses qui sont grandement désirables ; ces choses, en effet, semblent, en premier lieu, importer beaucoup à la vérité, c'est-à-dire à l'objet que nous devons le plus souhaiter ; elles importent à la découverte des causes propres des mouvements célestes, enfin aux qualités mêmes de ces mouvements. »

1. Fracastori *Homocentrica*, Cap. I.

Un an après la publication des *Homocentriques* de Fracastor, Gianbattista Amico faisait imprimer son opuscule sur le même sujet : « Parmi les anciens, disait-il [1], il en est qui se sont efforcés d'unir l'Astrologie à la Philosophie naturelle ; d'autres, au contraire, ont tenté de séparer ces deux sciences. Eudoxe, en effet, Calippe et Aristote ont cherché à ramener tous les mouvements variés et non uniformes que nous présentent les corps célestes, à des assemblages d'orbes homocentriques que la Nature reconnaît ; Ptolémée, au contraire, et ceux qui ont suivi sa méthode ont voulu, malgré la Nature, les réduire à des excentriques et à des épicycles. »

« Les astronomes [2] attribuent tous les phénomènes que nous percevons en observant les corps supérieurs à des excentriques et à ces sphérules que l'on nomme épicycles. Mais ils ont fort mal réduit tous ces effets à ces causes-là. D'ailleurs, il n'y a pas à s'étonner qu'ils aient erré en cette réduction Comme le dit Aristote au premier livre des *Seconds analytiques*, toute solution est difficile lorsque ceux qui prétendent la donner usent de faux principes. Si donc la Nature ne connaît ni excentriques, ni épicycles, selon le sentiment qu'Averroès exprime très justement,.... il nous faudra rejeter ces orbes ; et nous le ferons d'autant plus volontiers que les astronomes attribuent aux épicycles et aux excentriques certains mouvements qu'ils nomment inclinaisons, réflexions, déviations, et qui ne sauraient d'aucune façon, du moins à mon avis, convenir à la cinquième essence. »

Il s'est trouvé de tout temps des gens qui se sont crus capables de pénétrer la nature même des corps et de découvrir, touchant cette nature, certaines vérités dont la Physique pût être déduite comme de ses véritables principes. Il a presque toujours été impossible de contraindre ces physiciens-philosophes de pousser leur déduction jusqu'au bout, de développer leur théorie jusqu'à ce point où

1. Joannis Baptistae Amici Cosentini *De motibus corporum cœlestium juxta principia peripatetica sine eccentricis et epicyclis*. Venetiis, MDXXXVI. Caput primum.

2. Amico, *Op. cit.*, Cap. VII.

ses conséquences pussent être soumises au contrôle de l'expérience.

Les Averroïstes ont proclamé bien haut qu'ils possédaient les vérités de Physique d'où devait découler toute Astronomie recevable ; comme Al-Bitrogi, ils ont tracé le plan de la théorie qu'ils proposaient de construire sur ces fondements ; mais, encore comme Al-Bitrogi, ils se sont bien gardés d'élever l'édifice jusqu'au faîte ; ils n'ont pas détaillé leur système à tel point que l'ont pût le réduire en tables et comparer les indications de ces tables aux constatations des observateurs.

« Nous n'avons pas l'intention, dit Alessandro Achillini [1], d'exposer selon notre supposition les causes propres de toutes les variétés que présentent les mouvements célestes. C'est une tâche qu'il faut laisser aux astronomes. Conduits comme par la main par ce que nous avons dit, ils sauront, j'en ai l'assurance, scruter et élaborer toutes choses au point de donner ce complément à nos théories. »

« En rendant compte des mouvements des planètes, dit Fracastor [2], nous avons négligé les calculs d'une extrême exactitude, et personne ne s'en étonnera ; nous avons jugé, en effet, que ces calculs n'appartenaient aucunement à notre œuvre ; nous avons admis que ces évaluations minutieuses devaient être demandées à des tables et que les tables mêmes qui sont en usage pourraient être très aisément accommodées à nos homocentriques.»

« Peut-être, en cet ouvrage, ne trouvera-t-on rien d'achevé, dit Gianbattista Amico [3], mais je croirai avoir assez fait si j'ai pu exciter des esprits plus illustres au désir de rendre plus claire cette explication. »

Les Averroïstes n'ont pas voulu admettre que l'Astronomie eût atteint son but lorsqu'elle était parvenue à *sauver les apparences* ; du moins n'ont-ils point osé nier que la condition de s'accorder avec les phénomènes lui fût imposée;

1. Alexandri Achillini *De orbibus liber primus, in fine.*
2. Hieronymi Fracastori *Homocentricorum, sive de stellis, liber unus,* cap. ultimum, *in fine.*
3. Joannis Baptistæ Amici Cosentini *De motibus corporum cœlestium* ; Epist. ad Card. Nicolaum Rodulphum.

ils n'ont pu, cependant, reconnaître si leurs théories se soumettaient à cette indispensable condition.

Si les Averroïstes étaient victimes de cette illusion que l'on peut, d'une doctrine métaphysique, déduire une théorie astronomique, les partisans du système de Ptolémée se laissaient parfois séduire par une autre illusion; ils croyaient que l'exacte constatation des phénomènes pouvait conférer la certitude aux suppositions destinées à rendre compte de ces faits ; par des voies opposées, les uns et les autres aboutissaient à la même erreur ; ils attribuaient une réalité véritable aux hypothèses qui portent la théorie astronomique.

Francesco Capuano de Manfredonia (ou de Maria Siponto) qui fut professeur d'Astronomie à l'Université de Padoue, et qui échangea son prénom contre celui de Giovanni Battista lorsqu'il quitta le Siècle pour entrer dans l'ordre des Chanoines réguliers de Latran, fut victime de la seconde illusion.

En 1495. Francesco Capuano fit imprimer à Venise un *Commentaire* à la *Théorie des planètes* [1] de Georges de Peurbach ; ce commentaire eut ensuite un grand nombre d'éditions.

Capuano consacre plusieurs pages de son écrit à réfuter les objections que les Averroïstes ont élevées contre les épicycles et les excentriques ; les objections qu'il réfute ne sont pas seulement celles d'Averroès, mais aussi celles qui ont été adressées à Capuano lui-même par « quidam subtilis hujus ætatis, et noster conterraneus Averrois imitator » ; par ces mots, le professeur d'Astronomie de l'Université de Padoue désigne assurément son collègue Alessandro Achillini.

Le commentateur de Peurbach ne se contente pas d'établir que les hypothèses de Ptolémée sont recevables ; il veut, en outre, qu'elles soient vraies ; il prétend le prouver,

1. *Theorice nove planetarum* Georgii Purbachii *astronomi celebratissimi, ac in eas eximii artium et medicine doctoris Domini* Francisci Capuani de Manfredonia *in studio Patavino astronomiam publice legentis sublimis expositio et luculentissimum scriptum.* Venetiis, per Simonem Bevilaquam Papiensem. Cum gratia. Anno Salutis 1495, die decimo Augusti.

non pas, sans doute, *a priori*, mais, du moins, *a posteriori*. Au *Proœmium* qui ouvre l'accès de son écrit, il annonce « qu'il démontrera *a priori* tout ce qui est susceptible de recevoir une preuve *a priori* et mathématique; quant aux principes, tels que les orbes et les mouvements des orbes, qui ne sauraient recevoir une telle démonstration, il a décidé de les faire connaître *a posteriori* et au moyen des apparences ». Un peu plus loin, il développe davantage sa pensée : « Ici, comme en l'*Almageste*, les voies qui conduisent à la Science sont les deux espèces de démonstrations, la démonstration de signe et la démonstration simple. En effet, c'est *a posteriori* et par le sens que se concluent les principes de l'Astronomie. Lorsqu'on a constaté et observé le mouvement d'une planète et les autres accidents qu'elle présente, on conclut par voie démonstrative, comme on le verra clairement par la suite, que cette planète a un excentrique ou un épicycle ; le principe de cette démonstration est le sens et l'effet sensible, c'est-à-dire le mouvement observé ; cela se voit en la manière selon laquelle procède constamment l'*Almageste* ; avant de poser l'excentrique et l'épicycle, ce livre expose le mouvement des planètes, à l'aide de nombreuses observations, faites en des temps divers, par des astronomes différents. Mais on rencontre aussi certains genres de démonstrations simples ou mathématiques ; car les orbes et leurs mouvements étant posés, les objets des observations s'en concluent par voie démonstrative. »

Visiblement, c'est à ce passage du *Commentaire* de Capuano qu'Agostino Nifo répondait en son exposition sur le *De Caelo* ; et la réplique portait juste ; si le professeur d'Astronomie de Padoue prouve d'une manière efficace que les hypothèses de Ptolémée *suffisent* à sauver les mouvements apparents des astres errants, il ne démontre pas qu'elles soient nécessaires à cet objet ; et comment le pourrait-il démontrer ? Peut-il affirmer que les hommes ne trouveront jamais d'autres suppositions capables de sauver les mêmes phénomènes ?

La critique de Nifo montre clairement l'imprudence avec

laquelle Capuano prétendait prouver la vérité des hypothèses de Ptolémée.

Instruit sans doute par l'enseignement de saint Thomas d'Aquin, le Dominicain Sylvestre de Prierio montre plus de prudence. Professeur d'Astronomie à Pavie, il commente, lui aussi, la *Théorie des planètes* de Georges de Peurbach [1]. C'est en cet ouvrage qu'il nous laisse deviner son opinion touchant les théories astronomiques. Lorsqu'il décrit la forme que Peurbach et Regiomontan attribuent aux orbes du Soleil, « ils ne prouvent pas qu'il en soit ainsi, dit-il, et peut-être que ce qu'ils affirment n'est pas nécessaire.... Le Soleil donc possède trois orbes ; c'est-à-dire que l'on croit qu'il les possède ; en effet, cela n'est pas démontré ; on l'imagine seulement afin de sauver ce qui apparaît dans les cieux ».

Tandis que philosophes averroïstes et astronomes ptolméens s'obstinaient, de part et d'autre, à attribuer aux hypothèses astronomiques une inadmissible réalité, les humanistes et les beaux esprits, qui donnaient volontiers dans le Platonisme, se ralliaient aisément, touchant la nature de ces hypothèses, au sentiment de Proclus ; leur dilettantisme et leur scepticisme, d'ailleurs, s'accommodaient fort de ce sentiment.

Giovanni Gioviano Pontano, de Ceretto, né en 1426, mourut en 1503. Son écrit intitulé *De rebus coelestibus libri XIV* fut imprimé pour la première fois à Naples en 1512 ; il fut reproduit au troisième volume des *Opera* de Pontano, en l'édition que les Aldes donnèrent, à Venise, en 1519. Cet écrit astrologique eut sans doute grande vogue, car il fut maintes fois réimprimé avec les autres écrits de Pontano. Nous le citons d'après une édition [2] donnée à Bâle en 1540.

1. R. P. Fratris Sylvestri de Prierio, *Sacri ordinis Prædicatorum, in novas* Georgii Purbachii *theoricas planetarum commentaria* ; Mediolani, 1514 ; Parrhisiis, 1515.

2. Joannis Joviani Pontani *Librorum omnium, quos soluta oratione composuit, Tomus tertius*. In quo *Centum Ptolemaei sententiæ, a* Pontano *è Græco in Latinum translatæ, atque expositæ.* — *Ejusdem* Pontani *De rebus cœlestibus libri XIIII.— De luna liber imperfectus.* Basileae MDXL. *In fine*; Basileae, per haeredes Andreae Cratandri, Mense Augusto Anno MDXL.

Chacun des quatorze livres en lesquels se divise le traité de Pontano est précédé d'un *Proœmium* par lequel chacun de ces livres est dédié à un personnage différent. C'est au *Proœmium* du troisième livre [1] que l'auteur développe, avec une grande clarté et une grande élégance, ce qu'il pense des hypothèses astronomiques.

Après avoir rappelé que certains astronomes de l'Antiquité attribuaient les stations et les rétrogradations des astres errants à une attraction exercée par les rayons solaires, après s'être élevé contre une semblable supposition, Pontano poursuit en ces termes [2] :

« A mon avis, voici exactement ce qu'il faut croire et penser : Ces corps célestes accomplissent leurs mouvements et leurs révolutions d'une manière spontanée, en vertu d'un pouvoir qui leur est propre, sans être aucunement aidés par des forces extérieures, sans être aucunement attirés vers le Soleil par la chaleur que cet astre produit ; ils les accomplissent par l'effet de leur seule nature.

« Néanmoins, ceux qui ont imaginé les ἐπικύκλους (c'est ainsi qu'on les nomme en grec) me paraissent mériter des éloges extraordinaires. Afin d'obtenir un moyen de faire concourir les sens au profit de l'intelligence, ils ont exposé à nos yeux ces petits cercles auxquels sont fixés les corps des planètes, et par lesquels ces corps se trouvent, en leurs révolutions, portés en avant ou en arrière, vers le haut ou vers le bas, de telle manière que les véritables proportions de de chaque mouvement se trouvent conservées. Quoi de plus utile aux études, de mieux accommodé à l'enseignement, que ces inventions grâce auxquelles les sens prêtent à l'intellect le secours de leurs forces ; grâce auxquelles ce que poursuit la contemplation intellectuelle est, en même temps, exposé au regard des yeux ? Aussi l'usage de ces représentations s'est-il répandu sous forme d'instruments d'horlogerie qui figurent le cours des astres, de petites machines et de tableaux de toute sorte, à tel point que ces inventions méritent d'être jugées divines plutôt qu'humaines.

1. Joannis Joviani Pontani *Ad Joannem Pardum de rebus cœlestibus liber tertius.* Proœmium. Éd. cit., pp. 262-276.
2. Pontano, *loc. cit.* ; éd. cit., pp. 267-269.

« Mais que nous allions supposer que les étoiles elles-mêmes se trouvent posées sur de semblables cercles, qu'elles sont par eux entraînées comme elles le seraient par des chars, ce serait entièrement absurde.

« Et d'abord, ces cercles, qui les mettrait en mouvement ? Dira-t-on qu'ils se meuvent par leur propre nature ? Pourquoi, dans ce cas, les corps des étoiles ne se mouvraient-ils pas de même, par leur propre nature ? Qu'a-t-on besoin d'actions étrangères là où suffisent les forces propres ? Et puis les corps des étoiles se voient, car ils sont formés par une solidification (*concretio*) de la substance de leur orbite. Si ce qui est porté est visible parce qu'une solidification l'a formé, les cercles qui portent les astres résultent aussi d'une solidification ; ces cercles solides devraient donc être visibles à nos yeux.

« Or, on ne les voit pas parce qu'en réalité ils n'existent pas ; la pensée seule les voit, lorsqu'elle cherche à comprendre ou à enseigner. Dans le Ciel, en effet, toutes ces lignes et toutes ces intersections de lignes n'existent aucunement ; elles ont été imaginées par des hommes très ingénieux, en vue de l'enseignement et de la démonstration, parce que, sans ce procédé, il serait presque impossible de communiquer à autrui la science astronomique, la connaissance des mouvements célestes...

« Ainsi donc les cercles, les épicycles et toutes les suppositions de ce genre doivent être tenus pour imaginaires ; ils n'ont, dans le Ciel, aucune existence réelle ; ils ont été inventés et imaginés pour faire saisir les mouvements célestes et pour les exposer à nos regards eux-mêmes.

« Les augures qui observent le vol des oiseaux partagent tout l'espace aérien à l'aide de certaines lignes. Ceux qui se proposent de mesurer l'étendue des terres, en distinguent les diverses parties, qu'ils nomment climats, au moyen de certaines lignes menées de l'orient à l'occident.... Cependant, il n'existe point de ligne sur la terre, il n'en existe pas dans l'air ; encore moins s'en trouve-t-il au sein des orbes célestes....

« Tenons ces suppositions pour douées d'une sorte de vertu divine lorsqu'il s'agit d'enseigner et de démontrer ;

admettons que les choses se passent de la sorte jusqu'à ce que, nos yeux nous servant de guides, nous ayons appris à l'aide d'un tableau ce que nous voulons connaître des mouvements stellaires,et que nous les ayons saisis en leurs valeurs numériques et en leurs dimensions.. Mais dès là que notre esprit aura été pleinement et exactement imbu de ces nombres et de ces grandeurs, que la connaissance en aura pénétré notre intelligence, regardons les cercles que dessinent les astronomes comme ayant bien moins de réalité dans le Ciel que les lignes tracées par les aruspices n'en ont dans l'air. »

« Ces orbes sont imaginaires, dit encore Pontano [1], car, en son entier, la masse des cieux est continue ; tenons-les, cependant, pour une invention presque divine tant qu'il s'agit d'enseigner, d'exposer aux yeux, de représenter le mouvement des étoiles ; grâce à cette invention, l'intelligence possède une représentation sensible qui sert de fondement au début de ses recherches ; mais, à partir de là, elle progresse peu à peu, et elle finit par rejeter toutes ces combinaisons d'orbes imaginaires, pour ne plus s'attacher qu'aux nombres et aux rapports de nombres, qui sont son objet propre. »

La pensée de Pontano est claire : La détermination numériquement exacte des mouvements célestes est le véritable but de l'Astronomie ; les excentriques, les épicycles et autres hypothèses de l'Astronomie ne sont que des artifices d'enseignement, des représentations provisoires qui doivent disparaître lorsque les éphémérides et les tables astronomiques sont construites ; inspiré, à n'en pas douter, par les idées de Proclus, notre astrologue de la Renaissance ne veut reconnaître aux théories astronomiques que deux rôles légitimes : le rôle de *recettes géométriques* propres à la construction de tables qui permettent de prévoir les mouvements célestes ; le rôle de *modèles mécaniques* mettant les sens au service de l'intelligence dans l'étude de l'Astronomie. Les idées qu'il émettait au voisinage de

1. Pontano, *loc. cit.*, éd. cit. p. 273.

l'an 1500 eussent pu, vers l'an 1900, passer pour neuves.

Confiance excessive en la réalité des objets sur lesquels portent les hypothèses astronomiques, ou bien défiance exagérée touchant la valeur de ces hypothèses, tels sont les deux sentiments, opposés à l'extrême, entre lesquels les philosophes italiens n'ont pas su garder le juste milieu. L'enseignement parisien nous fera connaître des penseurs qui ont su tenir une opinion mieux équilibrée.

En 1503, Lefèvre d'Étaples publie à Paris son *Introductorium astronomicum, theorias corporum cœlestium duobus libris complectens ;* sous le titre : Fabri Stapulensis *Astronomicum theoricum*, cet ouvrage est réimprimé à Paris en 1510, en 1515 et en 1517, à Cologne en 1516. Quel esprit a présidé à la rédaction de ce traité, Lefèvre d'Etaples nous le définit clairement par ces lignes, qui sont extraites de l'épitre dédicatoire :

« Cette partie de l'Astronomie est presque entièrement affaire de représentation et d'imagination. Le très-bon et très-sage Artisan de toutes choses, par une opération de sa divine intelligence, a produit les cieux véritables et leurs véritables mouvements ; de même, notre intelligence, qui s'efforce d'imiter l'Intelligence dont elle tient l'existence, en effaçant chaque jour un peu plus les taches de son ignorance, notre intelligence, dis-je, compose en elle-même des cieux fictifs et des mouvements fictifs ; ce sont des simulacres des vrais cieux et des vrais mouvements ; et, dans ces simulacres, elle saisit la vérité comme s'ils étaient des traces laissées par l'Intelligence divine du Créateur. Lors donc que l'esprit de l'astronome compose une représentation précise des cieux et de leurs mouvements, il ressemble à l'Artisan de toutes choses, créant les cieux et leurs mouvements. »

Les hypothèses à l'aide desquelles Lefèvre d'Étaples représente les mouvements célestes ne sont donc pas, pour lui, des propositions démontrées ; elles n'ont pas la prétention d'exprimer ce que sont les corps célestes ni quelles sont les lois réelles de leurs cours ; ce sont des créations du génie de l'astronome ; à l'aide de ces fictions, il s'efforce de

figurer à l'imagination la marche des étoiles ou des planètes ; ces hypothèses ne sont pas des vérités, mais seulement des traces, des vestiges. des simulacres de la vérité ; Dieu voit les cieux réels et leur marche ; l'astronome conduit ses constructions géométriques et ses calculs à l'aide de cieux imaginaires.

En ces pensées de Lefèvre d'Étaples, il semble que l'on retrouve un lointain souvenir des idées de Proclus ; peut-être est-il permis d'y reconnaître aussi l'influence de Nicolas de Cues, dont Lefèvre d'Étaples était l'admirateur et le disciple, et dont il allait bientôt éditer les œuvres. Les caractères, en effet, que le savant érudit attribue aux théories astronomiques s'accordent fort bien avec ceux dont le célèbre cardinal marquait toute connaissance humaine.

Voici les principes[1] que Nicolas de Cues posait au début de son ouvrage fondamental, de ce *De docta ignorantia* dont ils expliquent et justifient le titre :

Il est impossible qu'une intelligence finie puisse s'assimiler aucune vérité précise. Le vrai n'est pas, en effet, une chose qui soit susceptible de plus ou de moins ; il consiste essentiellement en quelque chose d'indivisible ; et ce quelque chose ne peut être saisi par un être, si cet être n'est la vérité même. De même, l'essence du cercle est quelque chose d'indivisible, et ce qui n'est pas cercle ne peut s'assimiler ce quelque chose ; le polygone régulier que l'on inscrit dans un cercle n'est pas semblable au cercle ; il lui ressemble d'autant plus que l'on multiplie davantage le nombre de ses côtés ; mais on a beau multiplier indéfiniment ce nombre, jamais le polygone ne devient égal au cercle ; aucune figure ne peut être égale à ce cercle, si ce n'est ce cercle lui-même.

Ainsi en est-il, à l'égard de la vérité, de notre intelligence, qui n'est pas la vérité même ; jamais elle ne saisira la vérité d'une manière si précise qu'elle ne la puisse saisir d'une manière plus précise encore, et cela indéfiniment.

Le vrai s'oppose donc, en quelque sorte, à notre raison ; il est une nécessité qui n'admet ni diminution, ni accroisse-

1. Nicolai de Cusa, *De docta ignorantia*, lib. I, capp. I et III.

ment ; elle est une possibilité, toujours susceptible d'un nouveau développement. En sorte que du vrai nous ne savons rien, sinon que nous ne pouvons le comprendre.

Quelle conclusion devons-nous tirer de là ? « Que l'essence même des choses, qui est la véritable nature des êtres, ne saurait être, par nous, atteinte en sa pureté. Tous les philosophes l'ont cherchée ; aucun ne l'a trouvée. Plus profondément nous serons instruits de cette ignorance, plus nous approcherons de la vérité même.»

Quelle est donc la perfection que doit rechercher l'homme d'études ? C'est d'être le plus savant possible en cette ignorance, qui est son état propre. « Il sera d'autant plus savant qu'il se connaîtra plus ignorant. »

Proclus avait distingué deux Physiques. L'une se proposait de connaître l'essence et les causes des choses sublunaires, et celle-ci était accessible à l'homme. L'autre avait pour objet la nature des choses célestes, et celle-là était réservée à l'Intelligence divine.

Nicolas de Cues attribue aux astres une nature toute semblable à celle des quatre éléments ; pour lui donc, la distinction établie par Proclus perd tout sens ; il continue cependant à discerner deux Physiques, mais il les oppose l'une à l'autre d'une manière toute nouvelle.

L'une de ces Physiques est la connaissance des essences et des causes. Elle vérifie la définition que l'École imposait à tout savoir : *Scire per causas*. Nécessairement parfaite et immuable, elle est inaccessible à l'homme, elle est la Science de Dieu.

L'autre est radicalement hétérogène à la première, comme le polygone est hétérogène au cercle. Elle ignore les véritables causes et les véritables essences. Si elle prononce ces mots, elle ne pourra les appliquer qu'à des causes hypothétiques et à des essences fictives, créations de la raison et non point réalités. La Physique ainsi construite va sans cesse se perfectionnant ; en son développement, elle a la Physique des essences et des causes pour limite, mais pour limite qu'il lui est à jamais interdit d'atteindre. Cette Physique des fictions et des abstractions est la seule qui soit accessible à l'homme.

L'opposition que les penseurs hellènes, les Posidonius, les Ptolémée, les Proclus, les Simplicius avaient établie entre la Physique et l'Astronomie, Nicolas de Cues la déplace ; il la met entre la Physique absolue des essences réelles et des causes véritables et la Physique relative et perfectible des essences abstraites et des causes fictives.

Lorsqu'au Collège de Montaigu, en 1511, l'espagnol Luiz Coronel écrivait sur la Physique [1], subissait-il l'influence de Nicolas de Cues? Cela est fort possible. Les œuvres du Cardinal allemand étaient alors bien connues ; elles avaient déjà été imprimées deux fois et, à Paris même, Lefèvre d'Étaples en allait donner, en 1514, une troisième édition. Quoi qu'il en soit, certains propos tenus, en ses *Physicæ perscrutationes,* par le régent du Collège de Montaigu s'accordent fort bien avec les principes de la *Docta ignorantia.*

Pour Luiz Coronel, la Physique n'est pas une science déductive dont les propositions découlent de principes évidents *a priori* ; c'est une science dont l'origine se trouve dans l'expérience, et les principes de la Cosmologie ne sont pas autre chose que des hypothèses conçues en vue de sauver les phénomènes que l'expérience a fait connaître.

Lorsqu'il se propose, par exemple, d'établir [2] qu'en toute substance il y a non seulement une forme, mais aussi une matière, Coronel prend pour point de départ ce fait d'expérience : On ne peut engendrer du feu qu'en détruisant du combustible ; la notion de matière s'impose à lui parce que ce phénomène ne se prêterait pas à une représentation rationnelle si le feu était forme pure. Généralisant alors la méthode qu'il vient de pratiquer, il ose poser cet axiôme : « En Physique, ce sont les raisons tirées de l'expérience qui tiennent le rang de primat : *Rationes ex experientia sumptæ in Physica obtinent primatum.* » Ce titre, voici par quelles considérations Luiz Coronel le développe :

1. *Physice perscrustationes* MAGISTRI LUDOVICI CORONEL HISPANI SEGOVIENSIS. Prostant in edibus Joannis Barbier librarii jurati Parrhisiensis Academie sub signo ensis in via regia ad divum Jacobum. MDXI.
2. LUIZ CORONEL, *Op. cit.*, fol. II, col. a.

« Comme le voulait Albert le Grand, ce sont les raisons tirées de l'expérience qui, en la méthode physique, jouent le rôle de principes (*rationes ex experienta sumptæ in physica disciplina obtinent principatum*). Les raisons des astronomes, tirées de la diversité des mouvements célestes, des distances des corps célestes et des astres conduisent, par voie de conclusion, à poser les épicycles, les excentriques et les déférents ; de même cette raison naturelle doit entraîner cette conclusion : la matière doit être posée. En effet, si l'on ne pose pas la matière, le fait que la production de feu exige un apport de combustible ne peut pas être sauvé (*non potest salvari*), tout comme les apparences célestes ne sauraient être sauvées si l'on ne posait les épicycles, etc. L'hypothèse des épicycles, des excentriques et des déférents déplaisait au Commentateur Averroès ; mais il n'a assigné aucun procédé qui fût propre à sauver ce que l'on sauve au moyen de ces suppositions. On pourrait lui en dire autant de l'admission de la matière et des autres causes naturelles, car il les pose en vue de sauver les phénomènes naturels (*et sic diceretur etiam ei de assignatione materiæ et aliarum causarum naturalium quas ipse ponit ad salvandum ea que naturaliter contingunt*). »

Mais pour expliquer les propos de Luiz Coronel, il n'est pas nécessaire de faire appel à l'influence de Nicolas de Cues ; il suffit d'invoquer les traditions de l'Université de Paris ; Louis Coronel n'a fait que formuler la règle constamment suivie, en cette Université, dès le milieu du XIVe siècle, règle dont les travaux de Jean Buridan, d'Albert de Saxe, de Nicole Oresme fournissent maint exemple.

Demandons un tel exemple à une théorie que Jean Buridan défend avec autant de persévérance que de bonheur : Le mouvement d'un projectile n'est pas, comme le voulait Aristote, entretenu par le mouvement de l'air ambiant ; il est dû à une certaine qualité ou *impetus* engendrée en la substance du projectile par celui qui a lancé ce corps. Après avoir montré que les hypothèses, différentes de celle-là, qui ont été imaginées par divers philosophes sont toutes con-

tredites par plusieurs expériences, Buridan dit [1], au sujet de sa propre théorie : « Il me semble qu'il faut adopter cette supposition parce que les autres suppositions ne paraissent pas exactes, et parce qu'en outre tous les phénomènes s'accordent avec celle-ci. *Hujusmodi etiam modo omnia apparentia consonant.* » Et Jean Buridan compare à son hypothèse tous les faits d'expérience qu'il connaît. La méthode qu'il suit ici n'est-elle pas celle que prônera Luiz Coronel ?

Que l'on réunisse ces pensées de Luiz Coronel à celle de Jean de Jandun et de Lefèvre d'Étaples, et l'on sera autorisé, croyons-nous, à formuler cette conclusion : Du début du XIVe siècle au début du XVIe siècle, l'Université de Paris, a donné, touchant la méthode physique, des enseignements dont la justesse et la profondeur passent de beaucoup tout ce que le Monde entendra dire à ce sujet jusqu'au milieu du XIXe siècle.

En particulier, la Scolastique parisienne a proclamé et pratiqué un principe puissant et fécond ; elle a reconnu que la Pysique du monde sublunaire n'était pas hétérogène à la Physique céleste ; qu'elles procédaient toutes deux selon la même méthode ; que les hypothèses de l'une, comme les hypothèses de l'autre, avaient pour seul objet de sauver les phénomènes.

V

Copernic et Rhaeticus.

L'idée si nette, touchant la nature des hypothèses physiques, que plusieurs avaient conçue au Moyen-Age et au début de la Renaissance va se troubler peu à peu aux époques suivantes ; elle reculera dans le temps même que l'Astronomie et la Physique feront de nouveaux et rapides progrès ; les plus grands artistes ne sont pas toujours ceux qui philosophent le mieux sur leur art.

Le 24 mai 1543, Copernic mourait tandis que l'on im-

1. *Questiones totius libri phisicorum edite a* Magistro Johanne Buridam ; in lib. VIII quaest. XII ; Bibliothèque Nationale, fonds latin, ms. n° 14723 ; fol. 106, col. d.

primait son immortel chef-d'œuvre *Sur les révolutions des orbes célestes* [1]. L'astronome de Thorn l'avait dédié au pape Paul III dans une lettre, où il découvrait au Souverain Pontife les démarches et les tendances de sa pensée.

« Ce que votre Sainteté attend surtout de moi, disait Copernic en cette préface, c'est de savoir comment m'est venue à l'esprit l'audacieuse imagination d'attribuer un certain mouvement à la Terre, contre l'opinion reçue des mathématiciens et presque contre le sens commun. Je veux que votre Sainteté n'ignore pas l'unique motif qui m'a poussé à concevoir une nouvelle raison des mouvements des sphères célestes ; ce motif, c'est que j'ai vu les mathématiciens discorder entre eux touchant la recherche de ces mouvements. Tout d'abord, ils sont demeurés jusqu'ici dans une telle incertitude au sujet des mouvements du Soleil et de la Lune qu'ils n'ont pu ni observer, ni prouver la longueur invariable de l'année. Ensuite, lorsqu'il s'agit de constituer les mouvements de ces deux astres et des cinq astres errants, ils ne partent pas des mêmes principes ni des mêmes hypothèses, ils n'expliquent pas de la même manière les révolutions et les mouvements apparents ; les uns, en effet, usent seulement d'homocentriques, les autres d'excentriques et d'épicycles ; et cependant, ils ne satisfont pas pleinement à ce que l'on requiert de l'Astronomie. Ceux qui accordent leur confiance aux homocentriques prouvent bien que certains mouvements variés peuvent être composés par ce procédé ; mais ils n'ont pu, sur leurs hypothèses, rien établir de précis qui correspondît exactement aux phénomènes. Ceux qui ont imaginé les excentriques semblent, par ce moyen, avoir résolu la plupart des mouvements apparents de telle sorte qu'ils s'accordent numériquement avec les tables ; mais les hypothèses qu'ils ont admises paraissent, pour la plupart, contrevenir aux premiers principes touchant l'égalité du mouvement ; en outre, ils n'ont pu découvrir ni tirer de leurs suppositions la chose qui importe le plus, savoir la forme du Monde et l'exacte symétrie de ses parties...

1. Nicolaii Copernici Torinensis *De revolutionibus orbium coelestium libri* VI. Noribergæ, apud Joh. Petreiium Anno MDXLIII.

On voit donc qu'en la marche de la démonstration, que l'on nomme μέθοδον, ou bien ils ont omis quelqu'une des conditions nécessaires, ou bien ils ont introduit quelque supposition étrangère, sans aucun rapport avec le sujet. Cela ne leur serait assurément point arrivé s'ils avaient suivi des principes certains. Si les hypothèses qu'ils ont adoptées n'étaient point des suppositions trompeuses, toutes les conséquences qui s'en déduisent se trouveraient, sans aucun doute, vérifiées. »

Ce passage évoque à nos esprits les grands débats qui agitaient les Universités italiennes au temps où Copernic est venu s'asseoir sur leurs bancs : D'une part, les discussions touchant la réforme du calendrier et la théorie de la précession des équinoxes ; d'autre part, l'ardente querelle entre les Averroïstes et les partisans du système de Ptolémée ; du choc entre ces deux Écoles a jailli l'étincelle qui a allumé le génie de Copernic.

Copernic conçoit le problème astronomique comme le conçoivent les physiciens italiens dont il a été l'auditeur ou le condisciple ; ce problème consiste à *sauver les apparences au moyen d'hypothèses conformes aux principes de la Physique*. A la question ainsi posée, les Averroïstes comme les Ptoléméens n'ont donné qu'une demie réponse ; les Averroistes ont adopté des hypothèses physiquement acceptables, mais ils n'ont pu sauver les phénomènes ; les Ptoléméens sauvent assez exactement les apparences, mais leurs suppositions contredisent à la Science de la Nature. Si les uns et les autres ont été incapables de fournir la solution que l'on attendait d'eux, c'est assurément que leurs hypothèses étaient fausses. Pour construire une Astronomie qui soit pleinement satisfaisante, il faut l'édifier sur des hypothèses vraies, sur des suppositions conformes à la nature des choses.

Ces hypothèses vraies, ce sont elles que l'Astronome de Thorn s'est proposé de rechercher, « Après que j'eus longtemps roulé dans ma pensée cette incertitude où se trouvent

1. Nicolai Copernici, *Op. cit.* Ad Sanctissimum Dominum Paulum III Pontificem Maximum, Nicolai Copernici præfatio in libros Revolutionum.

les traditions mathématiques, touchant la théorie des mouvements célestes, il me prit un vif regret que les philosophes dont l'esprit a si minutieusement scruté les moindres objets de ce Monde, n'eussent trouvé aucune raison plus certaine des mouvements de la machine du Monde. »

Poussé par ce regret, Copernic, qui est humaniste, parcourt les œuvres des écrivains grecs et latins ; Cicéron et l'auteur du *De placitis philosophorum* lui apprennent que divers penseurs de l'Antiquité avaient mis la Terre en mouvement. « Prenant occasion de ces avis, poursuit Copernic, j'ai commencé, moi aussi, à songer au mouvement de la Terre. Cette opinion semblait absurde ; toutefois, je savais que l'on avait accordé à mes prédécesseurs la liberté d'imaginer n'importe quels cercles fictifs en vue de sauver les phénomènes célestes. J'ai donc pensé que l'on m'accorderait non moins aisément le droit de faire une tentative ; d'essayer si, en attribuant à la Terre un certain mouvement, on ne pourrait pas trouver, au sujet des révolutions des orbes célestes, des démonstrations plus fermes que ne l'étaient celles de mes prédécesseurs.

« En effet, en donnant à la Terre les divers mouvements que je lui attribue plus loin en cet Ouvrage, une observation longue et répétée m'a montré que les phénomènes relatifs à chacun des autres astres errants découlaient d'un calcul par lequel on rapportait à la Terre les mouvements des astres, en tenant compte de la circulation de chacun d'eux ; elle m'a montré, en outre, que l'ordre et les grandeurs des astres, des divers orbes et du Ciel lui-même se trouvaient, par là, si étroitement liés entre eux qu'il devenait impossible, en aucune des parties du Ciel, de déplacer quoi que ce soit, sans mettre la confusion en chacune des autres parties et dans leur ensemble. »

Copernic a essayé l'hypothèse du mouvement de la Terre à titre de supposition purement fictive, et il a constaté qu'elle était capable de sauver les phénomènes. S'est-il contenté d'avoir établi cette proposition ? Ses dernières paroles nous laissent entrevoir qu'il a voulu faire davantage, qu'il a voulu prouver la vérité de cette hypothèse et

qu'il pense y avoir réussi. Pour démontrer qu'une hypothèse astronomique est conforme à la nature des choses, il faut non seulement démontrer qu'elle suffit à sauver les phénomènes, mais encore prouver que ces phénomènes ne sauraient être sauvés si on l'abandonnait ou la modifiait. Nifo a fort justement insisté sur la nécessité de cette contre-partie. Il semble bien que Copernic, victime d'une illusion semblable à celle qui avait séduit le Ptoléméen Capuano de Manfredonia, ait attribué à son système la valeur que peut seule conférer cette contre-épreuve.

Si cette pensée se laisse seulement deviner en l'ouvrage de Copernic, elle est clairement affirmée dans le petit traité [1] par lequel Joachim Rhaeticus annonçait sommairement, en 1540, les doctrines que son maître tardait à publier. En sa *Narratio prima*, nous voyons cette pensée s'esquisser tout d'abord, encore indécise, se dessiner peu à peu, et vers la fin, se marquer avec tous ses caractères. « Vous n'ignorez pas, dit Rhæticus à Schoner [2], quelle place tiennent auprès des astronomes les hypothèses ou théories, et combien le mathématicien diffère du physicien. Vous admettrez donc, je le sens, qu'il nous faut aller là où nous entraînent les observations et les témoignages mêmes du Ciel. »

Ces observations, que Rhaeticus nomme les témoignages du Ciel, quels enseignements devons-nous leur demander ? Devons-nous, selon la méthode aristotélicienne, leur demander la connaissance des causes efficientes des phénomènes ? Devons-nous, selon l'opinion de Ptolémée, leur demander seulement de nous suggérer des hypothèses fictives ca-

1. *Ad clarissimum virum D. Joan. Schonerum de libris revolutionum eruditissimi viri et mathemaci excellentissimi Reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmensis, per* QUENDAM JUVENEM MATHEMATICAE STUDIOSUM, *Narratio prima ;* Genadi, 1540. Nous citerons la *Narratio prima* de Rhaeticus d'après la belle édition donnée à l'occasion du quatrième centenaire de la naissance de Copernic : NICOLAI COPERNICI THORUNENSIS. *De revolutionibus orbium caelestium libri VI. Ex auctoris authographo recudi curavit Societas Copernicana Thorunensis. Accedit* IOACHIMI RHETICI *De libris revolutionum narratio prima.* Thoruni, sumptibus Societatis Copernicanae, MDCCCLXXIII.

2. RHAETICUS, *Op. cit.*, transitio ad enumerationem novarum hypothesium totius Astronomiae ; éd. cit., pp. 463-464.

pables de sauver ces mêmes phénomènes ? De ces opinions, Rhaeticus mentionne seulement la première : « Aristote, dit-il, confirme par son propre exemple et par celui de Calippe que l'Astronomie doit avoir pour but d'assigner les causes τῶν φαινομένων, de telle sorte que les divers mouvements des corps célestes en résultent.» Il pense, d'ailleurs, que l'œuvre de son Maître satisferait non seulement aux désirs de Ptolémée, mais encore aux exigences d'Aristote : « En Astronomie aussi bien qu'en Physique, on procède, la plupart du temps, des effets et des observations aux principes : aussi suis-je persuadé qu'Aristote, après avoir entendu les raisons des nouvelles hypothèses, reconnaîtrait avec candeur ce qui a été démontré, et ce qui a été admis comme principe sans avoir été démontré, dans les discussions qu'il a menées au sujet du grave, du léger, du mouvement circulaire, du repos et du mouvement de la Terre. »

Rhaeticus admet donc que son Maître, en formulant ses hypothèses nouvelles, n'a pas seulement fait œuvre de géomètre, mais bien de physicien ; qu'il a construit une Physique nouvelle, destinée à supplanter l'antique Physique péripatéticienne, une Physique à laquelle Aristote lui-même se rallierait s'il vivait.

Copernic a obtenu ses hypothèses par la méthode du physicien, en remontant des effets aux causes ; quel degré de certitude a-t-il pu atteindre par ce procédé ? Rhaeticus va nous le dire [1] :

« Aristote a dit : Une chose est très vraie lorsqu'elle est une cause de vérité pour ses conséquences (*Verissimum est id, quod posterioribus, ut vera sint, causa est*). Or mon Maître a cru devoir admettre des hypothèses telles qu'elles contiennent en elles des causes capables de confirmer la vérité des observations des siècles passés ; en outre, il y a lieu d'espérer qu'elles seront causes, dans l'avenir, de la véracité de toutes les prédictions astronomiques τῶν φαινομένων.» La conclusion, que n'énonce pas le fidèle disciple, est forcée : Donc les hypothèses de Copernic sont très vraies, *verissimæ*.

1. Rhaeticus, *Op. cit.*, Universi distributio ; éd. cit., p. 464.

Rhaeticus regarde[1] ces hypothèses comme tellement adéquates aux phénomènes, qu'hypothèses et phénomènes se peuvent échanger comme on peut échanger la définition et le défini : « Et vero gratiorem tibi utramque Narrationem fore spero, quo clarius artificum propositis observationibus ita D. Praeceptoris mei hypotheses τοῖς φαινομένοις consentire videbis, ut etiam inter se tanquam bona definitio cum definito converti possint. »

Fidèle disciple de Copernic, Rhaeticus n'est ni Averroïste, ni Ptoléméen ; mais il conçoit de la théorie astronomique le même idéal que le Ptoléméen Capuano ou que l'Averroïste Nifo. Un bon système astronomique n'est pas seulement un système qui sauve les phénomènes célestes et permet de calculer avec précision le mouvement des astres, c'est, en outre, un système construit sur des hypothèses qui ont leur fondement dans la nature même des choses.

VI. De la préface d'Osiander a la réforme grégorienne du calendrier.

Le livre même où Copernic exposait sa théorie astronomique publiait, au sujet des hypothèses qui portent cette théorie, des idées absolument opposées à celles qui semblent avoir inspiré Copernic et Rhaeticus. Ce livre, en effet, s'ouvrait par une préface anonyme qui portait le titre suivant : *Ad lectorem, de hypothesibus hujus Operis.*

« Je ne doute point, disait cette préface, que la renommée n'ait déjà répandu la nouveauté de l'hypothèse admise en cet Ouvrage, hypothèse selon laquelle la Terre est en mouvement tandis que le Soleil demeure immobile au centre du Monde ; je ne doute pas, non plus, que certains érudits ne s'en soient véhémentement offensés et qu'ils n'aient jugé mauvais que l'on troublât les disciplines libérales fermement établies depuis longtemps. S'ils veulent bien, toutefois, peser exactement leur jugement, ils trouveront que l'auteur de cet Ouvrage n'a rien commis qui méritât d'être repris.

1. Rhaeticus, *Op. cit.*, Quomodo planetae ab ecliptica discedere appareant ; éd. cit., p. 489.

« L'objet propre de l'astronome, en effet, consiste, à rassembler l'histoire des mouvements célestes à l'aide d'observations diligemment et artificieusement conduites. Puis, comme aucun raisonnement ne lui permet d'atteindre aux causes ou aux hypothèses véritables de ces mouvements, il conçoit et imagine des hypothèses quelconques, de telle manière que ces hypothèses une fois posées, ces mêmes mouvements puissent être exactement calculés, au moyen des principes de la Géométrie, tant pour le passé que pour l'avenir..... Il n'est pas nécessaire que ces hypothèses soient vraies ; il n'est même pas nécessaire qu'elles soient vraisemblables ; cela seul suffit, que le calcul auquel elles conduisent s'accorde avec les observations (*Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant*)... Il est bien évident que cette science ignore purement et simplement les causes des inégalités des mouvements apparents. Les causes fictives qu'elle conçoit, elle les conçoit pour la plupart comme si elle les connaissait avec certitude ; jamais, cependant, elle ne les conçoit en vue de persuader à qui que ce soit qu'il en est ainsi dans la réalité, mais uniquement en vue d'instituer un calcul exact. Il peut arriver que des hypothèses différentes s'offrent à celui qui veut rendre compte d'un seul et même mouvement ; tels l'excentrique et l'épicycle en la théorie du mouvement du Soleil ; alors l'astronome prendra de préférence l'hypothèse qui est la plus aisée à saisir, tandis que peut-être le philosophe recherchera plus volontiers la vraisemblance ; mais ni l'un ni l'autre ne pourra concevoir ni formuler la moindre certitude, à moins qu'il n'ait reçu une révélation divine... Que personne, touchant les hypothèses, n'attende de l'Astronomie aucun enseignement certain ; elle ne saurait rien lui donner de tel. Qu'il se garde de prendre pour vraies des suppositions qui ont été feintes pour un autre usage ; par là, bien loin d'accéder à la Science astronomique, il s'en écarterait, plus sot que devant. »

Nicolas Müller qui donna, en 1617, la troisième édition

du livre de Copernic, rapproche [1] les propos que nous venons de lire de ceux que l'on trouve en l'*Almageste*. A ce rapprochement, parfaitement justifié d'ailleurs, Nicolas Müller en aurait pu joindre beaucoup d'autres. L'opinion que la préface anonyme au livre *Des révolutions* fait entendre si clairement, c'est l'écho de la tradition hellénique qui, par l'intermédiaire de Geminus, de Ptolémée et de Proclus, s'étend de Posidonius à Simplicius ; c'est l'écho de la critique de Maïmonide ; c'est aussi l'écho de la tradition parisienne, née de l'enseignement de Thomas d'Aquin et de Bonaventure, et transmise par Jean de Jandun et par Lefèvre d'Étaples ; c'est, en un mot, l'écho de cette tradition qui se déroule au cours de l'histoire de l'Astronomie, protestant sans cesse contre le réalisme des Adraste d'Aphrodisie et des Théon de Smyrne, des physiciens arabes, des Averroïstes et des Ptoléméens italiens, des Copernic et des Rhaeticus.

Quel était l'auteur de cette préface ? Kepler va nous l'apprendre.

En 1597, Nicolas Rymer Baer (*Raimarus Ursus*) publia un écrit [2] où il pensait défendre des opinions analogues à celles de cette préface. Képler voulut répondre à Rymer ; il composa dans ce but, trois ans après la publication du traité de ce dernier, c'est-à-dire vers 1600 ou 1601, un libelle violent [3] ; ce pamphlet demeura inédit ; de nos jours, il a été retrouvé, incomplet, dans les papiers du grand astronome, et publié par M. Ch. Frisch [4].

1. Nicolai Copernici Torinensis *Astronomia instaurata*, libris sex comprehensa, qui *de Revolutionibus orbium cœlestium* inscribuntur. Nunc demum post 75 ab obitu authoris annum integritati suæ restituta. Notisque illustrata, opera et studio D. Nicolai Mulerii Medicinæ ac Matheseos Professoris ordinarii in nova Academia quæ est Groningæ. Amstelrodami, excudebat Wilhelmus Iansonius, sub Solari aureo. Anno MDCXVII.

2. Nicolai Raimari Ursi *Tractatus astronomicus de hypothesibus astronomicis, seu systemate mundano ; item, astronomicarum hypothesium a se inventarum, oblatarum et editarum, contra quosdam, eas temerario ausu arrogantes, vindicatio et defensio, cum novis quibusdam subtilissimisque compendiis et artificiis in nova doctrina sinuum et triangulorum*. Pragæ, 1597.

3. Joannis Kepleri *Apologia Tychonis contra Nicolaum Raymarum Ursum*.

4. Joannis Kepleri *Opera omnia* edidit Ch. Frisch ; Frankfort sur le Mein et Erlangen, 1858 ; t. I, p. 215.

Nous aurons, tout à l'heure, à revenir sur ce débat entre Rymer et Képler ; pour le moment, un seul point nous retiendra.

Rymer ignorait l'auteur de la *Praefatio ad lectorem* qui précédait le livre de Copernic : « Je vais, dit Képler [1], venir en aide à Ursus. L'auteur de cette préface est André Osiander [2], comme l'atteste, sur l'exemplaire que je possède, une note de la main de Jérôme Schreiber de Nuremberg, à qui Schoner a adressé quelques-unes de ses préfaces. »

Képler expose alors que la préface ajoutée, après la mort de l'auteur, au traité *De revolutionibus* n'exprime ni la véritable pensée de Copernic, ni même celle d'Osiander. Copernic, en son écrit, avait fait connaître, en toute candeur, son sentiment sur les hypothèses qui portent son livre ; Osiander a craint que l'apparente absurdité de ces hypothèses n'effrayât la foule de ceux qui philosophent (*vulgus philosophantium*) ; il a jugé prudent d'atténuer le scandale qu'il prévoyait ; de là, l'idée de mettre cette préface célèbre en tête du livre *Des révolutions*.

A l'appui de ses dires, Képler cite deux lettres d'Osiander.

Le 20 avril 1541, celui-ci écrivait à Copernic : « Au sujet des hypothèses, voici ce que j'ai toujours pensé : Ce ne sont pas des articles de foi, ce sont seulement les fondements du calcul ; fussent-elles fausses que cela importerait peu, pourvu qu'elles reproduisissent exactement les φαινόμενα des mouvements (*De hypothesibus ego sic sensi semper, non esse articulos fidei, sed fundamenta calculi, ita ut etiamsi falsæ sint, modo motuum* φαινόμενα *exacte exhibeant, nihil referat*).

« Si, par exemple, nous suivons les hypothèses de Ptolémée, qui pourra nous assurer si le mouvement inégal du Soleil se produit plutôt en vertu de l'épicycle ou en vertu de l'excentrique, alors qu'il peut être également produit par l'un ou par l'autre de ces deux procédés ? Il me semblerait plausible qu'en votre préface vous touchassiez un mot de

1. Joannis Kepleri *Opera*, t. I, p. 245.
2. Hossmann, qui, à la mode de l'époque, avait ainsi grécisé son nom.

cette question ; vous apaiseriez ainsi les Péripatéticiens et les Théologiens dont vous redoutez les contradictions. »

Le même jour, Osiander écrivait à Rhaeticus : « Les Péripatéticiens et les Théologiens s'apaiseront aisément si l'on leur fait entendre qu'à un même mouvement apparent peuvent correspondre des hypothèses différentes ; qu'on ne les donne pas comme exprimant la réalité avec certitude, mais bien afin de diriger le plus commodément possible le calcul du mouvement apparent et composé ; que des auteurs divers peuvent concevoir des hypothèses diverses ; que celui-ci peut proposer une représentation bien adaptée, celui-là une représentation mieux adaptée encore, alors que, cependant, ces deux représentations engendrent le même mouvement apparent ; que chacun doit être laissé libre de chercher des hypothèses plus commodes que celles qui sont reçues ; qu'on lui doit même être reconnaissant des efforts qu'il fait en ce sens... »

Par ces citations, si précieuses d'ailleurs, Kepler n'a prouvé qu'une partie de ce qu'il avait annoncé ; nous voyons bien, en effet, qu'en plaçant sa fameuse préface en tête du traité *Des révolutions célestes*, Osiander allait à l'encontre des intentions réalistes de Copernic et de Rhaeticus, et de cela, la lecture des écrits de ces deux auteurs nous avait déjà assurés ; mais nous ne voyons nullement qu'Osiander, par un subterfuge destiné à donner le change aux Péripatéticiens et aux Théologiens, ait dissimulé sa propre pensée ; il manifeste nettement, au contraire, en sa lettre à Copernic, qu'il est depuis longtemps convaincu de la doctrine que devait publier deux ans plus tard la célèbre *Praefatio ad lectorem* ; il remarque fort justement que cette doctrine rend vaine toute objection adressée, au nom de la Cosmologie ou de la Révélation, contre tel ou tel système d'hypothèses astronomiques ; mais rien ne nous autorise à penser qu'il ruse avec ses propres convictions en vue d'obtenir cet avantage.

Le sentiment d'Osiander à l'égard des hypothèses astronomiques en général, et des hypothèses copernicaines en particulier, n'était rien moins qu'isolé.

En 1541, Gemma Frisius adresse, de Louvain, une lettre à Dantiscus [1] ; en cette lettre, le célèbre astronome néerlandais s'exprime en ces termes touchant Copernic :

« Je n'entame aucune dispute au sujet des hypothèses dont il use pour sa démonstration ; je n'examine point quelles elles sont ni quelle part de vérité elles renferment. Il m'importe peu qu'il prétende que la Terre tourne ou qu'il la déclare immobile, pourvu que nous ayons une connaissance absolument précise des mouvements des astres et des durées de ces mouvements, et que les uns et les autres se trouvent réduits en un calcul très-exact. »

Osiander d'ailleurs, se bornait à appliquer aux hypothèses de Copernic ce que les Ptoléméens avaient dit maintes fois des hypothèses de l'*Almageste*. Ces hypothèses leur tenaient à cœur en ce qu'elles permettaient la construction des tables astronomiques et des éphémérides, construction à laquelle les disciples de Peurbach et de Régiomontan consacraient leurs soins minutieux ; mais, en général, de la réalité de ces hypothèses, ils faisaient aussi bon marché qu'Osiander.

De cet état d'esprit, nous trouvons le plus saisissant exemple en étudiant les écrits d'Érasme Reinhold.

C'est à Wittemberg qu'Érasme Reinhold de Saalfeld écrit son premier ouvrage [2], un commentaire aux *Théories des planètes* de Georges de Peurbach. Ce travail paraît à Wittemberg, en 1542, avec des distiques et une préface de Philippe Mélanchthon ; cette préface, d'ailleurs, datée de 1535, paraît avoir été rédigée pour une édition plus ancienne des *Théories* de Peurbach, édition dont les figures avaient été dessinées par Jacob Milichius.

1. Citée par Leopold Prowe, *Nicolaus Copernicus*, Bd. I, II Theil, Berlin, 1883 ; p. 184.

2. *Theoricae novae planetarum* Georgii Purbachii Germani *ab* Erasmo Reinholdo Salveldensi *pluribus figuris auctæ, et illustratæ scholiis, quibus studiosi præparentur, ac invitentur ad lectionem ipsius Ptolomæi. Inserta item methodica tractatio de illuminatione Lunæ.* MDXLII. In fine : Impressus hic theoricarum libellus Vitembergæ per Ioannem Lufft, anno Domini 1542. — Réimprimé sans modification en 1556, 1557, 1558, Parisiis, apud Carolum Perier, in vico Bellovaco, sub Bellerophonte.

Les *Théories des planètes* de Peurbach, comme le fait remarquer Mélanchthon en cette préface, sont une introduction au système astronomique de l'*Almageste* ; elles présentent ce système sous forme synthétique et déductive ; les hypothèses sont posées d'emblée et l'on en tire par voie géométrique l'explication des phénomènes ; Mélanchthon caractérise cette méthode en disant que Peurbach procède suivant τὸ ὅτι.

Cette méthode d'exposition s'oppose à celle qu'a suivie Ptolémée ; celui-ci procède par voie analytique et inductive ; il discute les phénomènes et, par cette discussion, suggère les hypothèses qui permettront de les représenter ; Reinhold caractérise cet ordre par le mot διότι qu'il oppose à τὸ ὅτι : « Vous voyez, écrit-il à propos de la théorie de la Lune, le διότι de cette partie de l'Astronomie, et avec quelle subtilité, quelle habileté, Ptolémée poursuit, au moyen des observations, la recherche des *causes* de ces φαινομένων. »

Qu'est-ce que Reinhold entend ici en disant que Ptolémée a recherché les *causes* des *phénomènes* ? Veut-il parler de causes efficientes au sens métaphysique du mot ? Nullement. Voici la signification précise de cette expression, qui se rencontre souvent dans les écrits de Reinhold et de ses contemporains : Les *causes* des *phénomènes* célestes, ce sont les mouvements simples dont la composition engendre les mouvements apparents. Ptolémée procède selon διότι, il remonte des *phénomènes* aux *causes*, c'est-à-dire qu'il étudie les mouvements apparents pour découvrir les mouvements composants dont ils peuvent résulter. Peurbach, au contraire, procède selon τό ὅτι, c'est-à-dire qu'il se donne les mouvements composants et qu'il en déduit les caractères du mouvement résultant.

L'exactitude de cette interprétation nous apparaîtra sans contestation possible si nous parcourons la préface mise par Reinhold en tête de son commentaire aux *Théories des planètes*.

« La variété des mouvements et des apparences célestes, que les Grecs nomment φαινόμενα, est extrême ; aussi les

astronomes ont-ils donné des soins minutieux, consacré de longues veilles et de pénibles travaux à rechercher les *causes* de ces apparences si dissemblables... Ainsi donc, en général, pour manifester les *causes* des apparences si variées qui se montrent dans les mouvements des planètes, les savants astronomes ont posé ou établi soit l'excentricité des cercles déférents, soit la multiplicité des orbes... Le grand nombre des orbites célestes que l'on obtient de la sorte doit être attribué à l'art de l'astronome ou, plutôt, à la faiblesse de notre intelligence. Ces sept astres lumineux si beaux ont peut-être en eux-mêmes une certaine puissance qu'ils ont reçue de Dieu et qui permet à chacun d'eux, sans l'aide de tous ces orbes, de suivre sa loi, de garder une perpétuelle harmonie à travers la variété et l'apparente irrégularité de ses mouvements. Mais pour nous, si nous ne faisions appel au secours de tous ces orbes, il nous serait extrêmement difficile d'embrasser d'une manière rationnelle,en notre esprit,cette sorte d'harmonie dans l'irrégularité, et de la suivre en nos méditations.»

La pensée de Reinhold vient rejoindre ici celle que nous avons entendu exprimer par Proclus : Il n'y a d'autre mouvement réel que le mouvement complexe et indécomposé que chaque astre nous manifeste ; les révolutions sur les excentriques et les épicycles, en lesquelles l'Astronomie de Ptolémée décompose ce mouvement, ne sont que des artifices destinés à nous faciliter l'étude du mouvement résultant.

Si ces mouvements composants n'ont aucune réalité, si ce sont de purs artifices, de simples procédés de raisonnement et de calcul, ils sont essentiellement variables et perfectibles ; aux *causes* proposées par Ptolémée, il est permis de substituer d'autres *causes*, si celles-ci sauvent les phénomènes plus exactement ou plus commodément que celles-là ; Reinhold ne saurait être disposé à repousser par des objections de physicien la transformation que Copernic va faire subir aux hypothèses astronomiques.

Non seulement il ne repousse pas cette tranformation dont les grandes lignes lui sont déjà connues, sans doute

par la *Narratio prima* de Rhaeticus, mais il l'attend avec une impatiente curiosité.

En sa préface, après avoir fait admirer à son lecteur l'ingéniosité que Ptolémée avait montrée lorsqu'il avait construit la théorie de la Lune, Reinhold ajoute : « J'aperçois un savant moderne, exceptionnellement habile (*quendam recentiorem praestantissimum artificem*) ; il a fait naître en tous une vive attente ; on espère qu'il restaurera l'Astronomie ; déjà il met la dernière main à la publication de ses travaux. En l'explication de la variété du mouvement Lunaire,comme en toutes les parties de l'Astronomie, il s'écarte de la forme adoptée par Ptolémée ; il attribue à la Lune un épicycle d'épicycle... »

Plus loin, lorsqu'il va traiter de la précession des équinoxes, Reinhold écrit [1] : « Voilà bien longtemps que ces sciences attendent un nouveau Ptolémée, capable de relever des études qui tombent et de les remettre en la bonne voie ; j'espère qu'il nous viendra enfin de la Prusse, cet astronome dont la postérité tout entière admirera à bon droit le génie... »

Un an après la publication de ces paroles, paraissaient les *De revolutionibus orbium cœlestium libri sex* que l'astronome de Wittemberg avait si ardemment souhaités. Aussitôt qu'il eut connaissance des méthodes nouvelles par lesquelles Copernic donnait les *causes* des *phénomènes* célestes, Reinhold n'y prit pas moins d'intérêt qu'il n'en avait pris aux doctrines de Ptolémée. Il composa, sur le système de Copernic, un commentaire qui, à notre connaissance, n'a jamais été publié. Il fit plus ; il entreprit de donner à l'œuvre de l'astronome de Thorn un complément indispensable en dressant, d'après les théories que celui-ci avait proposées, des tables astronomiques nouvelles. En 1551, il publiait ses *Prutenicae tabulae* [2] qui contribuèrent grandement à répandre, parmi les astronomes, l'usage des théories copernicaines.

1. Reinhold, *Op. cit.* De motu octavae sphaerae ; praefatio, circa finem.

2. *Prutenicæ tabulæ cœlestium motuum autore* Erasmo Reinholdo. Witebergæ, 1551.

D'ailleurs, l'impatience avec laquelle Reinhold avait attendu ces théories n'avait assurément point abouti à une déception ; l'admiration que l'astronome de Wittemberg professe pour les inventions de l'astronome de Thorn déborde en d'enthousiastes déclarations : « La postérité tout entière, lit-on en l'introduction aux *Prutenicæ tabulæ* [1], célébrera avec reconnaissance le nom de Copernic ; la science des mouvements célestes était presque en ruines ; les études et les travaux de cet auteur l'ont restaurée ; la bonté de Dieu a allumé en lui une grande lumière, en sorte qu'il a découvert et expliqué une foule de choses qui, jusqu'à nos jours, étaient demeurées ignorées ou obscures ».

On croirait volontiers que l'auteur de ces éloges, autrefois Ptoléméen convaincu, est devenu Copernicain enthousiaste. Si l'on entend par là qu'il admire la simplicité et la commodité des constructions géométriques proposées par le nouveau système, qu'il les croit mieux adaptées au calcul que les combinaisons de la *Syntaxe mathématique*, le titre de fidèle disciple de Copernic ne saurait lui être refusé. Mais il serait téméraire d'en conclure, croyons-nous, qu'il croie réellement au mouvement de la Terre et à la fixité du Soleil. Les *Tabulæ prutenicæ* ne paraissent traiter ces hypothèses que comme des artifices géométriques propres à la construction des tables, et semblables, par leur nature, aux artifices ptoléméens ; citons, par exemple, ce passage [2] : « Il faut savoir que le mouvement journalier d'une planète est la somme de deux parties ; la première est le mouvement vrai de l'épicycle, que Copernic nomme tantôt mouvement de la Terre et tantôt mouvement apparent (*quem Copernicus alias Terræ, alias visum motum..... nominat*) ; l'autre est le mouvement vrai, dont la planète est proprement animée, tel que le mouvement sur la circonférence de l'épicycle, selon les hypothèses usuelles de Ptolémée. »

1. *Logistice scrupulorum astronomicorum authore* ERASMO REINHOLDO SALVELDENSI. Wittebergæ, MDLI. Præcepta calculi motuum cœlestium XXI.

2. ERASME REINHOLD, *Op. cit.*, XXXVI.

En tout l'ouvrage de Reinhold, *un seul mot* pourrait donner à penser que l'auteur attribue quelque réalité aux hypothèses astronomiques. La *Logistice scrupulorum astronomicorum,* qui sert d'introduction aux *Prutenicæ tabulæ,* débute par une préface ; en cette préface, nous lisons ceci :

« L'Astronomie ne peut être élevée et achevée qu'à l'aide de deux sciences qui en sont comme les instruments, savoir la Géométrie et l'Arithmétique . . . . . En la constitution de l'Astronomie, la Géométrie joue un double rôle ; en premier lieu, elle propose des hypothèses qui s'accordent avec les anomalies des révolutions ; puis, pour que la science, réduite en nombres, puisse être aisément employée aux usages de la vie, et cela dans tous les temps, elle nous donne ce mode de calcul savant et parfait que nous nommons la Trigonométrie . , . . . La Géométrie dirige donc les deux parties de l'Astronomie, dont la première est la Θεωρητικὴ, qui subordonne la considération des mouvements à des *hypothèses certaines* (*certis hypothesibus*), tandis que la seconde, la Ποιητικὴ, avec une habileté et une ingéniosité admirables, réduit les mouvements des étoiles en tables numériques ou, par le moyen de celles-ci, en *instruments précis* (*certa instrumenta*). »

Quel sens faut-il attribuer à ces mots : des hypothèses certaines (*certae hypotheses*), employés ici par Reinhold ? Devons-nous les interpréter comme synonymes de ceux-ci : des hypothèses physiquement vraies, conformes à la nature des choses ? Il semble bien que toute l'œuvre de Reinhold proteste contre cette interprétation. De même que, quelques lignes plus bas, nous sommes obligés de traduire : *certa instrumenta* par : des instruments précis, ne convient-il pas de regarder les mots : *certæ hypotheses* comme signifiant simplement : des hypothèses précises ? Tout, alors, nous conduit à voir en Reinhold un savant qui pratique, au sujet des hypothèses astronomiques, l'opinion formulée par Osiander.

André Osiander, Gemma Frisius et Érasme Reinhold n'étaient évidemment pas les seuls qui pensassent de la

sorte, parmi les astronomes de leur temps ; Reinhold, en particulier, enseignait avec Philippe Mélanchthon à l'Université de Wittemberg ; sous l'influence de ces deux maîtres, une pléiade de disciples se formèrent qui partagèrent, au sujet des hypothèses astronomiques, les opinions de leurs professeurs.

Ariel Bicard était disciple et admirateur de Reinhold. En ses *Questions sur le traité de la sphère de Jean de Sacro Bosco* [1], il touche brièvement à la théorie des excentriques et des épicycles et, à ce propos, il pose [2] la question suivante : « Ces orbes des planètes sont-ils réels ? » A cette question, il donne une réponse aussi courte que précise : « En réalité, il n'y a pas de tels orbes dans le Ciel ; on les feint seulement en faveur de ceux qui apprennent l'Astronomie (*propter discentes*), afin que, de cette manière, les mouvements des corps célestes soient sauvés. »

Comme Ariel Bicard, Gaspard Peucer est un disciple de cette École de Wittemberg dont Philippe Mélanchthon et Érasme Reinhold sont les chefs. Au début des *Éléments de la doctrine des cercles célestes*, qu'il a publiés en 1551 et fait imprimer de nouveau en 1553 [3], on lit une poésie en laquelle Mélanchthon est paré du titre de *père* de Peucer. L'ouvrage commence par une liste chronologique des astronomes qui ont vécu depuis la création du Monde jusqu'à l'an 1550 après N.S.J.-C. Le dernier nom cité en cette liste est celui d'Érasme Reinhold, que Peucer nomme : *præceptor mihi carissimus et perpetua gratitudine celebrandus.*

1. *Quaestiones novae in libellum de Sphaera Joannis de Sacro Bosco, in gratiam studiosae iuventutis collectae ab* Ariele Bicardo, *et nunc denuo recognitae, figuris mathematicis ac tabulis illustratae, quae in reliquis editinibus antehac desiderabantur.* Parisiis, apud Gulielmum Cavellat, in pingui gallina, ex adverso collegii Cameracensis, 1552.— La préface, contemporaine sans doute de la première édition, est datée de 1549.

2. Ariel Bicardus, *Op. cit.*, Quaestiones in quartum librum Sphaerae ; prior pars libri ; 1, De numero orbium Solis ; fol 70, verso.

3. *Elementa doctrinæ de circulis cœlestibus, et primo motu, recognita et correcta.* Autore Casparo Peucero. Wittebergæ excudebat Iohannes Crato. MDLIII (La première édition, que nous n'avons pu consulter, est de 1551).

On ne s'étonnera pas que Peucer parle des hypothèses astronomiques comme le faisait Reinhold.

Son livre est consacré presque exclusivement à l'étude du *premier mouvement* ou mouvement diurne ; le plan en est à peu près identique à celui de la Sphère de Jean de Sacro-Bosco ; l'étude du mouvement des *seconds mobiles*, c'est-à-dire des astres errants, est renvoyée à la *Théorie des planètes* ; il en est seulement touché quelques mots dans les deux dernières pages du livre :

« Les seconds mobiles dit Peucer, et les seconds mouvements qui sont les mouvements de la huitième sphère et des sept astres errants, présentent de grandes différences et une multiple variété que nous manifestent les φαινόμενα et les observations de ces phénomènes.

« Les observations nous convainquent que cette diversité et cette variété se rencontrent dans le mouvement de chacun de ces astres ; mais elles nous enseignent également qu'elles s'y reproduisent suivant une loi fixe et immuable. Il est donc très certain qu'au mouvement de chacun des orbes convient constamment une certaine période au terme de laquelle cette révolution atteint son intégrité. Afin qu'il ne soit rien laissé d'irrégulier dans les mouvements célestes, les astronomes sauvent ces φαινόμενα, les uns à l'aide de certaines hypothèses, les autres à l'aide d'autres hypothèses (*salvant haec* φαινόμενα *alii aliis hypothesibus constitutis*) ; ils admettent des excentriques et des épicycles soit plus nombreux, soit moins nombreux ; à partir de ces hypothèses, ils construisent des démonstrations au moyen desquelles ils montrent les causes de cette variété. Les traités des *Théoriques*... exposent ces hypothèses et les développent. »

C'est bien là le langage d'un homme qui ne regarde point les hypothèses astronomiques comme exprimant des réalités, qui les prend seulement pour des artifices propres à *sauver les phénomènes*.

Aussi, bien que Peucer fasse allusion, dans le passage que nous venons de citer, aux seules hypothèses imitées du système de Ptolémée, il est vraisemblable qu'il eût tout aussi volontiers accueilli les hypothèses de Coper-

nic, pourvu qu'elles sauvassent plus exactement les φαινόμενα. Cette disposition d'esprit peut seule expliquer l'admiration qu'il professe pour Copernic, et cette admiration, à son tour, se mesure à l'importance que Peucer, en la liste chronologique des astronomes qui ouvre son livre, accorde aux circonstances relatives à Copernic ; il prend soin de nous enseigner que « Nicolas Copernic de Thorn, chanoine de Warmia, naquit en l'an 1473, le 19 février, à 4 heures 48 minutes » ; il fait figurer en sa liste le nom du très médiocre Domenico Maria Novara de Bologne, en joignant à ce nom cette mention : « dont Copernic fut l'auditeur et l'auxiliaire ». D'ailleurs, Peucer fait divers emprunts à l'œuvre de Copernic, tels que l'exacte définition de la longeur du jour et que l'évaluation de la grosseur de la Lune. Il est visible, par toutes ces remarques, que Peucer partage entièrement, au sujet des hypothèses astronomiques, les opinions de son maître Érasme Reinhold.

Il semble toutefois qu'à l'encontre de cette conclusion, on puisse apporter le témoignage de certains textes.

Gaspard Peucer, en effet, n'a pas seulement composé des *Éléments de la doctrine des cercles célestes*, il a encore écrit un petit livre : *Sur la dimension de la Terre* [1]. En cet ouvrage, Peucer s'exprime dans les termes suivants [2] au sujet des hypothèses sur lesquelles repose la mesure de la Terre :

« Avant d'aborder les questions que nous nous proposons de traiter, il faut que nous établissions des hypothèses ; il faut que nous déclarions que ces hypothèses ne sont point fausses, qu'elles n'ont pas été arbitrairement imaginées pour l'usage que nous en voulons faire, mais qu'elles concordent avec les choses elles-mêmes ; elles ont, tout d'abord, été

1. *De dimensione Terræ et geometrice numerandis locorum particularium intervallis ex doctrina triangulorum sphæricorum et canone subtensarum liber, denuo editus, sed auctius multo et correctius quam antea*, Autore Casparo Peucero. — *Descriptio locorum Terræ Sanctæ exactissima*, autore quodam Brocardo Monocho. — *Aliquot insignium locorum Terræ Sanctæ explicatio et historiæ* per Philippum Melanthonem. Wittebergæ, MDLIII.

2. Peucer, *Op. cit.*, De hypothesibus, quas ut exploratas et demonstratas sequenti doctrinæ præmittimus, pp. 17-23.

découvertes sous la conduite et par l'enseignement de l'expérience: elles ont ensuite été assurées et prouvées par des démonstrations ; que la vérité et la certitude de ces hypothèses soient établies d'une manière certaine et détaillée, cela importe au plus haut point ; en effet, si elles sont douteuses, ambiguës ou incertaines, la vérité de tout ce qui est construit sur ces fondements est ébranlée, s'écroule ou se trouve en danger...

« On devra donc, dès le principe, tenir les deux hypothèses suivantes pour vraies, fermes et certaines....

« En premier lieu, la terre, avec les eaux qui l'entourent et la pénètrent, ...forme un globe unique.

« En second lieu, la hauteur des montagnes les plus élevées... est de peu d'importance par rapport aux dimensions du globe. »

Le langage que nous venons d'entendre n'affirme-t-il pas, au sujet des hypothèses, le plus intransigeant réalisme ? N'est-il pas une riposte formelle aux assertions qu'André Osiander avait insérées en la préface aux *Six livres des révolutions* ? Bien qu'en l'épitre dédicatoire qui précède son livre, Peucer cite avec éloge le nom d'Érasme Reinhold, ne semble-t-il pas qu'il s'écarte nettement de la pensée de son maître, de cette pensée qu'Ariel Bicard avait adoptée, que Peucer lui-même semblait admettre en ses *Éléments de la doctrine des sphères célestes* ? L'épitre dédicatoire est adressée au fils de Joachim Rhaeticus ; serait-ce pour lui complaire que Peucer semble rivaliser en réalisme avec l'auteur de la *Narratio prima* ?

L'apparente contradiction des propos successivement tenus par Peucer en ses deux ouvrages s'évanouit si l'on veut bien tenir compte d'opinions qui se trouvaient presque universellement admises au milieu du XVIe siècle.

Il est tout d'abord un point qu'il faut bien accorder au disciple d'Érasme Reinhold : Les deux hypothèses qu'il met à la base de sa Géographie ne sont aucunement des fictions imaginées dans le seul but de sauver les phénomènes ; ce sont des propositions qui prétendent bel et bien s'accorder avec la réalité concrète, qui ont l'ambition d'être

tenues pour vraies. Peucer n'a donc point trop présumé des suppositions fondamentales de la Géographie en exigeant qu'elles fussent vraies, qu'elles se conformassent à la nature des choses.

Peut-il maintenant, sans encourir le reproche d'illogisme, renoncer à cette exigence en faveur des hypothèses astronomiques ? Nous n'en douterons pas si nous rappelons à notre esprit les principes qui ont été si clairement formulés par Proclus, par Maïmonide, par Lefèvre d'Étaples et qui, d'une manière plus ou moins explicite, dirigent les opinions de l'École de Wittemberg : La nature des corps sublunaires n'échappe pas aux prises de notre intelligence ; aussi pouvons-nous fonder la Physique de ces corps sur des propositions vraies, conformes aux réalités. Au contraire, la nature de l'essence céleste passe notre entendement ; aussi nous est-il impossible de déduire les mouvements des astres à partir de principes certains ; il nous est seulement donné de fonder l'Astronomie sur des hypothèses fictives, qui n'ont d'autre objet que de sauver les phénomènes.

L'opinion qu'au milieu du XVIe siècle, les astronomes de Wittemberg professent au sujet des hypothèses qui portent leur science nous semble parfaitement homogène ; ils sont tous ralliés à la doctrine qu'André Osiander avait formulée dans sa célèbre préface. Le témoignage de Mélanchthon nous montrera bientôt qu'en cette même université de Wittemberg, les théologiens pensaient exactement comme les astronomes.

Ces opinions n'étaient pas l'apanage exclusif de l'École de Wittemberg ; nous les retrouvons à Nüremberg avec Schreckenfuchs, à Bâle avec Wursteisen.

Parcourons, par exemple, les volumineux *Commentaires aux théories nouvelles des planètes de Georges de Peurbach* qu'Érasme Oswald Schreckenfuchs publie en 1556 [1] ; nous entendrons cet auteur parler des hypothèses astronomiques à peu près comme l'eussent fait Proclus ou Simplicius.

1. Eras. Oswaldi Schreckenfuchsii *Commentaria in novas theoricas planetarum Georgii Purbachii ;* Basileæ, per Henrichum Petri, MDLVI.

Il pose en principe [1] que les mouvements des corps célestes doivent se ramener à des mouvements circulaires et uniformes. Dirigés par ce principe, « les anciens, désireux de *sauver les apparences* des étoiles errantes, ont attribué à chacune d'elles plusieurs mouvements ; chacun de ces mouvements, considéré isolément, est uniforme et toujours dirigé dans le même sens ; mais par la composition de tous ces mouvements, en obtient un mouvement varié... Il est manifeste par là que l'unique intention de la doctrine des *Théories* est de *sauver les apparences* des astres errants et de supprimer toute irrégularité en leurs mouvements. »

Plus loin, Schreckenfuchs, s'inspirant de Mélanchthon et de Reinhold, fait remarquer [2] que Peurbach, en l'ordre de ses démonstrations, a procédé selon τὸ ὅτι tandis que Ptolémée a disposé les siennes selon διότι : « Après avoir saisi, à l'aide d'observations répétées, les *causes* des irrégularités que présente le mouvement de chacun des astres errants, Ptolémée appliqua toute son intelligence à concevoir ingénieusement une disposition d'orbites qui permît, comme l'on dit, de sauver cette diversité ; Peurbach s'est emparé de cette disposition d'orbites, ainsi que de tout ce qui est nécessaire à l'étude mathématique des seconds mobiles, et, laissant de côté les démonstrations géométriques, il a, par la méthode du τὸ ὅτι, exposé savamment et clairement cette étude aux candidats en cette admirable science. »

Par ce que Schreckenfuchs dit des hypothèses astronomiques, on peut juger que ses opinions diffèrent peu de celles qu'Osiander a exprimées avec tant de netteté ; ce jugement sera singulièrement confirmé si l'on observe de quelle manière le Commentateur de Peurbach use de ces hypothèses.

Qu'on lise l'intéressant préambule [3] de ce troisième livre qui est consacré au mouvement de la huitième sphère

1. Schreckenfuchs, *Op. cit.*, p. 3.
2. Schreckenfuchs, *Op. cit.*, p. 4 ; Cf. : Præfatio, circa finem.
3. Schreckenfuchs, *Op. cit.*, pp. 388-389.

ou, en termes plus modernes, à la précession des équinoxes. Schreckenfuchs rappelle, tout d'abord, les théories proposées par Ptolémée, par Thâbit ibn Kourrah et par les *Tables Alphonsines* ; puis il poursuit en ces termes : « Enfin vinrent Nicolas Copernic, miracle de la Nature, et Jean Werner de Nüremberg ; de ces deux astronomes, lequel l'emporte sur l'autre en l'étude minutieuse qu'ils ont faite de la position et du mouvement de la huitième sphère, je ne le dirai pas ici ; mais je déclarerai ingénument que, quel que soit celui d'entre eux que l'on prenne pour modèle, on approchera sans doute bien davantage de la vérité en l'imitant qu'en imitant l'une quelconque des opinions que nous venons de passer en revue. »

Schreckenfuchs propose donc à son lecteur, comme également plausibles, comme ayant accompli un égal progrès sur les théories des anciens, la théorie de la précession des équinoxes imaginée par Jean Werner [1] et la théorie proposée par Nicolas Copernic. Or, la théorie de Jean Werner, dont il donne un aperçu, n'est qu'une modification du système Alphonsin ; elle laisse la Terre immobile au centre du Monde. Au contraire, « Copernic qui a interverti tous les mouvements considérés en Astronomie, a fait de même pour la huitième sphère ; il la regarde comme fixe et immobile ; au-dessous de cette sphère, il imagine que l'équateur vrai et l'équateur moyen se meuvent à partir de la première étoile du Bélier, en sens contraire de l'ordre des signes. »

Il est clair que la réalité physique des hypothèses astronomiques préoccupe fort peu Schreckenfuchs ; que l'on pose la Terre immobile ou qu'on la mette en mouvement, il n'en a cure, pourvu qu'on lui fournisse des combinaisons cinématiques capables de sauver exactement les déplacements de l'ensemble des étoiles fixes. Le commentateur de Georges de Peurbach conforme sa pratique aux principes formulés par Osiander.

Comme l'enseignement de Reinhold à Wittemberg, l'enseignement de Schreckenfuchs forma à Nüremberg des dis-

1. Joannis Verneri *Tractatus de motu octavæ sphæræ et summaria enarratio theorica motus octavæ sphæræ* ; Norimbergæ, MDXXII.

ciples qui n'attribuèrent aucune réalité aux hypothèses astronomiques, et leur demandèrent seulement de fournir des tables exactes. De ce nombre fut Christian Wursteisen (*Vurstisius*) qui enseigna à Bâle.

Les *Questions sur les théories des planètes de Georges de Peurbach*, composées par Wursteisen [1], débutent par une fort intéressante *Praefatio isagogica* ; l'auteur y cite les propos de Pontano que nous avons rapportés plus haut, et y fait sienne la doctrine que ces propos renferment. Il parle aussi des *Hypotyposes* de Proclus. Ce sont les pensées de ce philosophe qui, sans doute, inspirent à Wursteisen des réflexions telles que celle-ci : « Chacune des sphères célestes est-elle composée d'autant d'orbes que les astronomes lui en ont assignés ? Personne n'a jamais pu l'assurer ; l'esprit humain conjecture seulement que cette composition s'accorde avec les effets naturels et avec les observations. Dieu seul connaît les causes exactes, l'ordre et la disposition de son noble et admirable ouvrage ; pour nous, il a proposé cet ouvrage à notre contemplation, et de la connaissance qu'il en a, il nous a envoyé seulement certains rayons. Les cieux s'étendent sur l'humble habitation que la Terre offre aux mortels ; nous ne résidons pas aux cieux ; nous ne saurions ni les voir face à face ni les palper de nos mains , et personne n'en est descendu pour venir jusqu'à nous et nous conter ce qu'il avait vu..... Ainsi donc, touchant ces objets qui ne tombent pas sous les sens, nous croirons avoir poussé assez loin nos démonstrations, lorsque nous les aurons réduits à des causes possibles, c'est-à-dire telles qu'il n'en résulte rien d'absurde. »

Cette dernière phrase est empruntée par l'auteur aux Μετεωρολογικα d'Aristote ; elle exige des hypothèses astronomiques plus que ne réclamaient Reinhold, Bicard et Schreckenfuchs ; elle veut que ces hypothèses soient au moins

1. *Quæstiones novæ in theoricas novas planetarum doctissimi mathematici Georgii Purbachii Germani, quæ Astronomiæ sacris initiatis prolixi commentarii vicem explere possint, una cum elegantibus figuris et isagogica præfatione, authore* CHRISTIANO VURSTISIO *Mathematicarum apud inclytam Basileam professore* ; Basileæ, ex officina Henricpetrina, MDLXVIII ; MDLXXIII ; MDLXXXVI.

possibles, qu'il n'en résulte rien d'*absurde* ; c'est cette exigence, nous le verrons bientôt, qui prétendra s'opposer à l'adoption du système de Copernic.

Wursteisen ne semble pas disposé, d'ailleurs, à tirer des principes qu'il a posés la justification d'une telle intransigeance ; bien plutôt, il semble partager, à l'égard des diverses hypothèses astronomiques, le large éclectisme de son maître Schreckenfuchs ; on le peut conclure des lignes qui terminent son livre. Il vient d'exposer la théorie du mouvement de la sphère des étoiles fixes telle que l'ont imaginée les *Tables Alphonsines* et Georges de Peurbach ; il ajoute que cette théorie ne correspond pas aux phénomènes avec une entière exactitude ; « mais, dit-il, je n'ai pas cru devoir le montrer ici, soit parce que cette théorie a été conçue avec une grande ingéniosité, soit parce qu'elle a donné à de grands hommes une sérieuse occasion de concevoir des doctrines plus solides ; tels furent Jean Werner de Nüremberg et surtout Nicolas Copernic de Thorn ; mais il ne convient pas que nous discutions ici les subtils enseignements qu'il nous ont laissés sur cette partie de l'Astronomie. »

Visiblement, Wursteisen pense des hypothèses copernicaines ce qu'en pensent Osiander, Reinhold et Schreckenfuchs.

Si les Ptoléméens allemands usent des hypothèses comme Osiander voulait qu'on le fît, les Ptoléméens italiens venus après Copernic professent des opinions toutes semblables. Alessandro Piccolomini, par exemple, reprend à son compte les principes posés en la célèbre préface ; ces principes, il les formule presque exactement dans les termes où le disciple de Copernic les a énoncés. Nous ne devons point nous étonner de l'adhésion que les partisans du système de Ptolémée donnent à la doctrine d'Osiander ; cette doctrine est celle qui avait constamment servi, au cours des temps antiques et du Moyen-Age, à défendre leur Astronomie contre les attaques des Péripatéticiens et des Averroïstes.

Alessandro Piccolomini, en ses *Théories des planètes*, dont la première partie a seule été publiée, examine [1], « par

1. *La prima parte delle theoriche overo speculationi de pianeti di*

manière de digression, si les suppositions imaginées par les Astrologues pour *sauver les apparences* des planètes ont leur fondement en la vérité de la Nature ».

« Certaines gens, dit-il, estiment que Ptolémée, que les astronomes suivis par lui et que ses successeurs, lorsqu'ils ont imaginé des épicycles et des excentriques au sein des sphères célestes, ont agi de la sorte afin que l'on crût vraiment que telle était la disposition des orbes dans le Ciel. » Ceux qui pensent ainsi ont alors été amenés à discuter sur la possibilité, sur la convenance de telles suppositions. « Je ne veux pas m'arrêter à disputer si ces imaginations sont possibles ou impossibles, si elles sont amies ou ennemies de la Nature, si elles lui répugnent ou non ; en effet, la possibilité ou l'impossibilité de ces artifices ne les rend ni plus ni moins conformes à l'intention des astronomes ; cette intention consiste uniquement à trouver une voie par laquelle il soit possible de sauver les apparences des planètes, suivant laquelle on les puisse calculer, supputer et prédire d'une époque à une autre époque. Mais je dirai hardiment que ces critiques se trompent pleinement s'ils pensent que Ptolémée et ses successeurs ont fait ces imaginations, inventions ou combinaisons avec la ferme croyance qu'il en était ainsi dans la Nature ; en effet, il suffit amplement à ces astronomes que leurs imaginations puissent sauver les apparences des corps célestes, c'est-à-dire qu'elles permettent d'en supputer les mouvements, les dispositions et les lieux. Que, d'ailleurs, les choses soient ou non réellement faites ainsi qu'ils les ont imaginées, pourvu que leurs suppositions réussissent à sauver les apparences, ils laissent cette autre considération au philosophe de la Nature, et ils n'en ont guère souci. » Ils savent que de prémisses fausses, on peut déduire une conclusion vraie ; ils savent que des causes différentes peuvent produire des effets identiques. « Nous observons une foule d'apparences des planètes dans le Ciel ;

M. Alessandro Piccolomini ; in Vinegia, appresso Giordan Ziletti, al segno della Stella, MDLXIII. Per modo di digressione si discorre se le imaginationi fatte da gli Astrologi per salvar le apparentie dei Pianeti sono fondate nel vero della Natura. Capo decimo, foll. 22-23. (La première édition de cet ouvrage a paru a Venise en 1558.)

les causes dont elles procèdent réellement nous demeurent inconnues ; mais il nous suffit d'être assurés que, si nos imaginations étaient véritables, les apparences qui en dériveraient ne différeraient pas de celles que nous observons. Cela, en effet, nous suffit amplement pour les calculs, pour les prédictions, pour la connaissance que nous souhaitons d'avoir des situations, lieux, grandeurs et mouvements de ces planètes.

« Les astronomes donc, alors qu'ils feignent leurs suppositions, n'ont guère souci de savoir si les choses qu'ils imaginent sont nécessaires, vraisemblables ou fausses. Aussi voyons-nous Ptolémée, lorsqu'il cherche à sauver les apparences du Soleil, affirmer et prouver que cela se peut faire aussi bien par le moyen d'un excentrique que par le moyen d'un épicycle. De ces deux voies,.. il choisit celle de l'excentrique ; mais il laisse au libre choix d'autrui le pouvoir de choisir l'une ou l'autre, car, de l'une comme de l'autre, on verra venir le même effet. Ptolémée n'eût pas tenu ce langage s'il eût pensé que, pour qu'il nous fût possible de déduire et de conclure ces apparences, les moyens qu'il avait imaginés devaient être, par nature, des choses véritables, et que de tels orbes devaient être nécessairement disposés de telle manière au sein des cieux ». Nous voyons Lucrèce procéder de la même manière que Ptolémée lorsqu'il étudie les mouvements des cieux. « Il se contente de leur assigner certaines raisons vraisemblables, c'est-à-dire des raisons telles que, si on les suppose vraies, les effets considérés en résultent nécessairement. Car un effet ne peut avoir plus d'une cause propre, véritable et nécessaire ; toutefois, comme je l'ai déjà dit, de plusieurs causes différentes un même effet peut dériver non seulement d'une manière vraisemblable, mais d'une manière nécessaire ; non pas, sans doute, par la nature essentielle de ces causes, mais par une suite forcée et une conséquence logique des suppositions faites . . . . . Voilà ce que je voulais dire, sous forme de digression, contre ceux qui ont coutume de reprendre les bons astronomes sans connaître leurs intentions ».

Il est impossible d'exprimer plus nettement une doctrine

toute semblable à celle qu'André Osiander avait exposée en sa préface au livre *Des révolutions*. Cette doctrine, d'ailleurs, paraissait fort essentielle à Alessandro Piccolomini, car, avant de la présenter en ses *Théoriques*, il l'avait enseignée un peu plus sommairement, mais non moins nettement, et presque dans les mêmes termes, en sa *Philosophie naturelle* [1].

André Césalpin se montre, en ses *Questions péripatétiques*, partisan du système de Ptolémée. Toutefois, en un point important, il propose d'apporter à ce système une modification qui le rapproche des systèmes de Copernic et de Tycho-Brahé ; il constate qu'aucune combinaison d'orbites n'a permis aux successeurs de Ptolémée de donner une représentation satisfaisante des mouvements de Vénus et de Mercure ; il souhaite alors que l'on reprenne, à l'égard de ces deux planètes, l'antique hypothèse d'Héraclide de Pont, d'Adraste d'Aphrodisie et de Théon de Smyrne ; il veut qu'on les fasse circuler autour du Soleil. Il ajoute [2] : « Nous ne démontrerons pas, dans le présent écrit, que de cette position des cercles et des mouvements de ces astres, résultent les mêmes conséquences que les astronomes ont constatées par une autre voie ; cela excéderait les bornes du champ que nous nous sommes proposé de parcourir. Nous ne prétendrons pas pour cela que les affirmations des astronomes soient mensongères. Ils considèrent, en effet, les corps naturels non pas en tant que naturels, mais selon le mode mathématique. Il leur suffit donc de ne point mentir en ce qui concerne les calculs et les prévisions des mouvements (*Idcirco satis est ipsis circa motuum numeros et supputationes non mentiri*). Il appartient au physicien de poursuivre ses investigations selon la méthode de la Physique. Or

1. *La seconda parte de la Filosofia naturale* di M. Alessandro Piccolomini. In Vinegia, appresso Vincenzo Valgrisio, alla Bottega d'Erasmo. MDLIV. Lib. IV, cap. V ; pp. 381-384.

2. Andreae Caesalpini Aretini, medici clarissimi, atque philosophi subtilissimi peritissimique, *Peripateticarum quaestionum libri quinque*. Venetiis, apud Iuntas. MDLXXI. Lib. III, quaest. IV : Planetas in circulis, non in sphaeris moveri ; fol. 57, verso. — Nous n'avons pu consulter la première édition de cet ouvrage, qui fut donnée à Florence, en 1569.

la méthode de la Physique consiste à ce que tout soit produit d'une manière semblable en les divers corps célestes et par le plus petit nombre possible d'instruments (*per pauciora magis quam per plura*). »

Césalpin n'assigne pas, à la liberté dont use l'astronome dans le choix des hypothèses, de frontières plus resserrées que celles dont Osiander a posé les termes ; au physicien, d'autre part, il impose seulement ces deux principes, que Ptolémée eût sans doute acceptés : Faire des hypothèses analogues en des cas analogues. Donner la préférence aux hypothèses les plus simples.

Francesco Giuntini était, comme Reinhold, très imbu d'Astrologie judiciaire ; il a calculé des tables qui se proposaient d'atteindre à une plus grande exactitude que les *Prutenicae tabulae*. Quelle valeur attribuait-il aux hypothèses astronomiques et, particulièrement, aux hypothèses de Ptolémée, dont il faisait constamment usage ? Cette opinion, il nous la faut chercher dans les commentaires dont il a enrichi *La Sphère* de Jean de Sacro-Bosco.

Cette recherche, cependant, doit être menée avec discernement ; l'art de commenter *La Sphère* de Jean de Sacro-Bosco consiste bien souvent, pour le peu scrupuleux Giuntini, à reproduire de longs passages empruntés à divers écrits astronomiques ; la suppression du nom de l'auteur est la seule modification qu'il apporte alors au texte primitif ; c'est ainsi que les deux commentaires, inégalement développés, qu'il a composés à des époques différentes renferment des pages entières extraites des *Quaestiones in libros de Caelo et Mundo* rédigées, au XIVe siècle, par Albert de Saxe.

La *Sphaera emendata* qui eut, à partir de 1564, de nombreuses éditions [1], renferme une courte dissertation [2] sur les systèmes astronomiques. Mais il faudrait bien se

1. Celle que nous avons sous les yeux est la suivante : *Sphaera* JOANNIS DE SACRO BOSCO *emendata, cum..... familiarissimis scholiis, nunc recenter compertis et collectis a* FRANCISCO JUNCTINO FLORENTINO *sacræ Theologiæ Doctore. Inserta etiam sunt* ELIÆ VINETI SANTONIS *egregia scholia in eandem Sphæram.* Lugduni, apud hæredes Iacobi Iunctæ, 1567.

2. FR. GIUNTINI, *Op. cit.*, p. 103-105.

garder de voir en cette dissertation l'expression de la propre opinion de Giuntini, car elle est purement et simplement extraite du commentaire à *La Sphère* que l'espagnol Pedro Sanchez Cirvelo, de Daroca, fit imprimer à Paris en 1498 [1], avec les *Quatorze questions* de Pierre d'Ailly sur le même ouvrage.

En 1577-1578, Giuntini fit imprimer à Lyon des commentaires [2] beaucoup plus étendus, mais souvent aussi peu originaux, que ceux de la *Sphaera emendata*. Nous trouvons toutefois, en ces commentaires, une longue dissertation [3] par laquelle l'auteur nous expose son opinion au sujet des hypothèses astronomiques. Voici en quels termes, fort nets, cette opinion est formulée :

« Il n'est pas possible de démontrer que les mouvements qui apparaissent dans le Ciel puissent être sauvés si l'on ne fait usage d'excentriques et d'épicycles ordonnés comme le supposent les astronomes.

« Néanmoins, il existe nécessairement dans le Ciel des mouvements excentriques.

« En outre, on n'a pas trouvé jusqu'ici de méthode plus raisonnable pour donner la règle de chaque mouvement que l'emploi des excentriques et des épicycles. »

1. *Uberrimum sphere mundi comentum intersertis etiam questionibus* Domini Petri de Aliaco. Colophon : Et sic est finis hujus egregii tractatus de sphera mundi Johannis de Sacro Bosco Anglici et doctoris Parisiensis. Una cum textualibus optimisque additionibus ac uberrimo commentario Petri Cirveli Darocensis ex ea parte Tarraconensis Hispanie quam Aragoniam et Celtiberiam dicunt oriundi. Atque insertis persubtilibus questionibus reverendissimi Domini Cardinalis Petri de Aliaco ingeniosissimi doctoris quoque Parisiensis. Impressum est hoc opusculum anno Dominice Nativitatis 1498 in mense februarii Parisius in campo Gallardo oppera atque impensis magistri Guidonis mercatoris. Capitulum quartum.

2. Fr. Iunctini Florentini, *Sacræ Theologiæ doctoris*, *Commentaria in Sphæram* Ioannis de Sacro Bosco *accuratissima*. Lugduni, apud Philippum Tinghium, MDLXXVIII (Cette partie contient les commentaires aux deux premiers chapitres de l'ouvrage de Sacro-Bosco). — Fr. Iunctini Florentini, *Sacræ Theologiæ doctoris*, *Commentaria in tertium et quartum capitulum Sphæræ* Io. de Sacro Bosco. Lugduni, apud Philippum Tinghium, MDLXXVII. En cette seconde partie, Giuntini réitère (pp. 301-304) son plagiat à l'égard de Cirvelo.

3. Giuntini, *Op. cit.*, Commentaria in quartum capitulum, pp. 330-343.

Pour justifier la première proposition, Giuntini rappelle les passages de saint Thomas d'Aquin que nous avons cités ; il en fait sienne la conclusion, qui se résume en ces mots : « Cela n'est pas démontré, c'est seulement une supposition; *hoc non est demonstratum, sed suppositio quædam.* »

En revanche, ce qui n'est point une supposition, ce qui est démontré, c'est que les astres errants n'ont pas des diamètres apparents constants, partant qu'ils ne sont pas toujours à la même distance de la Terre ; il faut donc admettre que certaines révolutions célestes ne se font pas autour du centre de la Terre. « Et cette seconde proposition ne répugne pas à la première ; en celle-ci, en effet, nous n'avons pas dit que l'on ne pouvait prouver qu'il y eût des mouvements excentriques ; mais nous avons dit que l'on ne pouvait démontrer qu'il fût nécessaire de les poser tels que les ont posés Hipparque, Ptolémée et les astronomes modernes. »

Giuntini le montre, d'ailleurs, en imaginant des combinaisons de mouvements autres que celles qui ont été proposées par Ptolémée, et qui seraient également propres à sauver les inégalités des mouvements planétaires.

Les raisonnements de Ptolémée lui servent toutefois à prouver sa troisième proposition, à savoir que le système des excentriques et des épicycles proposé par l'*Almageste* est plus raisonnable que tout autre.

Il est clair que Giuntini souscrit à ce que Piccolomini, dont il cite le livre avec éloge, a dit des hypothèses astronomiques ; d'ailleurs, au début de son ouvrage [1], le Commentateur florentin écrit ceci :

« L'Astronomie se divise en cinq parties :

« La première partie considère en général les mouvements, les situations et les figures des corps célestes ; cette partie est celle que traite le Philosophe dans le livre du Ciel; mais on ne doit pas lui donner le nom d'Astronomie, car elle considère toutes ces choses non par des raisons de Mathématique, mais par des raisons de Physique.

1. Giuntini, *Op. cit.*, Comm. in primum capitulum, p.10.

« La seconde partie considère en général les mouvements, les figures et les situations des corps célestes à l'aide de raisons mathématiques ; c'est celle que l'Auteur expose en ce traité ; elle est générale par rapport aux autres parties.

« La troisième partie descend en particulier au mouvement des planètes et aux révolutions des corps célestes ; c'est celle dont Ptolémée traite en l'*Almageste.*

« La quatrième partie descend spécialement aux conjonctions, aux oppositions, aux aspects des planètes comparées les unes aux autres ; Ptolémée en parle également dans l'*Almageste.* A cette partie sont subordonnées certaines études, parmi lesquelles se trouve la construction des tables comme les *Tables Alphonsines,* les *Tabulae prutenicae,* et nos propres tables, qui sont intitulées : *Tabulae resolutae astronomicae.* »

La cinquième partie est l'Astrologie judiciaire.

Il est clair que l'auteur des *Tabulae resolutae astronomicae* a, de la nature des hypothèses astronomiques, le même sentiment que l'auteur des *Tabulae prutenicae.*

Giovanni Baptista Benedetti s'intéresse vivement aux tables astronomiques ; sa correspondance [1] contient un grand nombre de remarques sur les *Tabulae prutenicae* et sur les tables de Giuntini ; ces remarques l'amènent fréquemment à citer [2] le traité *De revolutionibus* ; excellent géomètre, il professe une évidente admiration pour les combinaisons de mouvements que l'astronome de Thorn a proposées en vue de sauver les phénomènes célestes; mais les hypothèses mêmes de Copernic paraissent le préoccuper aussi peu qu'elles préoccupent peu ses correspondants. Une seule fois, il fait allusion à ces hypothèses [3], non point pour les accepter ni pour les combattre mais seulement pour rappeler que, selon les Copernicains, la Terre est réduite au rôle de centre

1. Jo. Baptistae Benedicti, patritii Veneti, philosophi, *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* ; Taurini, apud hæredem Nicolai Bevilaquæ, MDLXXXV.
2. Benedetti, *Op. cit.*, pp. 215, 216, 235, 241-243, 260, 261, 315.
3. Benedetti, *Op. cit.*, p. 255.

de l'épicycle de la Lune ; qui sait ajoute-t-il, si un corps analogue à la Terre n'occupe pas le centre de l'épicycle de chacune des cinq planètes ?

L'état d'esprit de la plupart des astronomes, durant les vingt ou trente années qui ont suivi la publication du livre de Copernic, nous apparaît clairement. L'œuvre de l'Astronome de Thorn attire vivement leur attention, parce qu'elle leur paraît très propre à la construction de tables astronomiques exactes, parce que les combinaisons qu'elle propose pour *sauver les phénomènes* leur semblent préférables à celles qu'avait imaginées Ptolémée. Quant aux hypothèses dont Copernic a tiré ces combinaisons cinématiques, sont-elles vraies, vraisemblables ou purement fictives ? Ils laissent au physicien, au philosophe de la Nature le soin de discuter cette question, et ils ne montrent aucun souci de la solution qui en sera donnée. Ils agissent à l'égard de ces hypothèses comme Osiander leur a recommandé de le faire. Ce n'est pas, d'ailleurs, que leur attitude à l'égard des suppositions copernicaines leur soit le moins du monde imposée par la préface anonyme du traité *De revolutionibus*; cette attitude, ils ont depuis longtemps accoutumé de la tenir;c'est cette attitude qui,depuis l'Antiquité hellénique, à travers tout le Moyen-Age, au début de la Renaissance, a permis aux partisans du système de Ptolémée de faire progresser l'Astronomie en dépit des Péripatéticiens et des Averroïstes, sans souci des tentatives toujours répétées et toujours infructueuses pour restaurer le système des sphères homocentriques. Les astronomes qui suivent immédiatement Copernic traitent les hypothèses comme les traitaient, au XIVe siècle ou au XVe siècle, les savants de Paris ou de Vienne ; un Schreckenfuchs ou un Reinhold continue la tradition des Peurbach et des Régiomontan. C'est pourquoi nous trouvons exactement la même opinion sur la nature des suppositions astronomiques et chez les astronomes qui usent des combinaisons géométriques proposées par le traité *Des révolutions célestes*, et chez ceux qui s'en tiennent aux méthodes de calcul de l'*Almageste*.

Cette opinion nous la trouvons également, à la même

époque, chez les Théologiens. Rien de plus curieux à étudier, à cet égard, que l'état d'esprit de Mélanchthon, qui professait à Wittemberg avec Reinhold, et dont une préface inaugurait le premier écrit de cet astronome.

Luther, le premier, avait déclaré la guerre, au nom de l'Écriture, aux hypothèses copernicaines ; son fidèle disciple ne pouvait manquer de le suivre sur ce terrain.

En 1549, Mélanchthon publiait le cours de Physique qu'il professait à Wittemberg [1]. Il s'exprimait, au sujet de l'hypothèse du mouvement de la Terre, dans les termes suivants [2] :

« Quelques-uns ont prétendu que la Terre se mouvait ; ils assurent que la huitième sphère et le Soleil demeurent immobiles, tandis qu'ils attribuent le mouvement aux autres orbes célestes et qu'ils placent la Terre au nombre des astres. Il existe un livre d'Archimède, intitulé : *De numeratione arenae*, dans lequel l'auteur rapporte qu'Aristarque de Samos avait soutenu ce paradoxe : Le Soleil demeure immobile et la Terre tourne autour du Soleil.

« Les hommes de science à l'esprit délié se plaisent à discuter une foule de questions où s'exerce leur ingéniosité ; mais que les jeunes gens sachent bien que ces savants n'ont point l'intention d'affirmer de telles choses. Que ces jeunes gens accordent donc leurs faveurs, en premier lieu, aux avis qui bénéficient du commun consentement des gens compétents, avis qui ne sont nullement absurdes ; et dès là qu'ils comprennent que la vérité a été manifestée par Dieu, qu'ils l'embrassent avec respect et qu'ils se reposent en elles. »

Mélanchthon s'efforce alors de prouver le repos de la Terre non seulement par les raisons classiques que fournissait la Physique péripatéticienne, mais encore et surtout par des textes tirés de l'Écriture sainte ; raisons et textes,

1. *Initia doctrinae physicae dictata in Academia Vuitebergensi*, Philip. Melanth. Iterum edita Witebergæ, per Johannem Lufft, 1550. Nous n'avons pu consulter la première édition de cet ouvrage, qui est de 1549.

2. Mélanchthon, *Op. cit.*, lib. I, cap. : Quis est motus mundi ? foll. 39-42.

d'ailleurs, sont exactement ceux que, quelque quatre-vingts ans plus tard, on opposera à Galilée.

Or, ce même Mélanchthon qui, au nom de la Physique et de la Théologie, condamne si formellement les hypothèses de Copernic, écrit ce qui suit au sujet de la Lune [1] :

« Je suivrai la méthode habituelle, qui nous vient de Ptolémée, et que la plupart des astronomes ont suivie jusqu'ici. Quoique la combinaison des orbites lunaires, imaginée récemment par Copernic, soit extrêmement bien ajustée (*admodum concinna*), nous garderons cependant celle de Ptolémée, afin d'initier, en quelque sorte, les étudiants à la doctrine communément reçue dans les écoles. »

Comment Mélanchthon peut-il, sans flagrante contradiction, déclarer que les hypothèses de Copernic sont contraires à la Physique et à l'Écriture, et admirer la théorie de la Lune qui se déduit de ces suppositions ? C'est que, selon lui, Copernic n'a imaginé ses hypothèses qu'en vue de sauver les phénomènes ; il est convaincu que ni l'Astronome de Thorn, ni ses disciples n'ont l'intention de donner leurs suppositions pour des réalités : « *Sciant juvenes non velle eos talia asseverare* ».

Il était, d'ailleurs, bien naturel que Mélanchthon attribuât une semblable pensée aux Copernicains, car cette pensée, il la professait lui-même à l'égard des hypothèses de Ptolémée, qui avaient toutes ses préférences.

Parlant, en effet, du mouvement du Soleil [2], l'ami de Luther s'exprime en ces termes :

« Afin que l'on pût comprendre en quelque façon quel est ce mouvement propre du Soleil, de très savants géomètres ont fabriqué des espèces d'automates; il ont emboîté les uns dans les autres un certain nombre d'orbes en lesquels les planètes sont, pour ainsi dire, logées. On dit même qu'Archimède avait ainsi fabriqué des αὐτόματα des mouvements célestes, c'est-à-dire des orbes solides qui traduisaient aux yeux ces mouvements...

1. Mélanchthon, *Op. cit.*, lib. I, cap. : De Luna, fol. 63, recto.
2. Mélanchthon, *Op. cit.*, lib. I, cap. : De sole, foll. 52, verso, et 53, recto.

« Il convient ici de maudire la perversité et l'humeur querelleuse d'Averroès et de beaucoup d'autres philosophes ; ils se moquent de cette doctrine construite avec tant d'art, parce que l'on ne saurait affirmer que de telles machines existent réellement dans le Ciel.

« Qu'Averroès et les autres cessent de porter le trouble en la science constituée, ou bien qu'ils nous montrent des lois des mouvements célestes qui soient mieux adaptées que les autres et au moyen desquelles on puisse instituer un calcul exact. Comme les arguments d'Averroès sont extrêmement grossiers (*prorsus βάναυσα*), il est inutile de les répéter ici ; d'ailleurs, les géomètres eux-mêmes n'ont jamais voulu prétendre que de telles sculptures existassent dans le Ciel ; ils se proposent seulement de rendre exactement compte des mouvements. »

Un peu plus loin [1], Mélanchthon reprend la même affirmation; au moment même où il vient de déclarer qu'il traitera des mouvements de la Lune selon la méthode de Ptolémée, malgré l'exactitude de la théorie copernicaine, il ajoute : « A ce propos, il convient de rappeler à l'auditeur que si les géomètres ont eu la pensée de fabriquer cet épicycle et ces orbes, c'est afin de pouvoir rendre visibles les lois des mouvements et leurs durées ; ce n'est point qu'il existe au Ciel de telles machines, bien qu'on s'accorde à dire qu'il s'y trouve certains orbes. »

Les suppositions des astronomes n'ayant d'autre objet, selon Mélanchthon, que de représenter et de calculer exactement les mouvements célestes, leurs hypothèses étant, à son avis, dénuées de toute réalité, nous le voyons sans étonnement déclarer que les théories de Copernic sont très exactes, alors qu'au nom de la Physique et de l'Écriture, il rejette l'hypothèse du mouvement de la Terre.

Nous n'avons rencontré aucun texte qui nous permît de connaître, touchant les hypothèses astronomiques, l'opinion des théologiens catholiques contemporains de Mélanchthon ; qu'elle fût, en général, conforme à la pensée du Docteur

1. Mélanchthon, *Op. cit.*, lib. I, cap. : De Luna, fol. 63, recto.

protestant, un fait bien significatif nous le montrera. Les calculs qui permirent à Grégoire XIII d'accomplir, en 1582, la réforme du calendrier furent faits à l'aide des *Tabulae prutenicae* [1] ; assurément, en usant de ces tables construites au moyen des théories de Copernic, le Pape n'entendait nullement adhérer à l'hypothèse du mouvement de la Terre ; il regardait les hypothèses astronomiques comme des artifices uniquement destinés à *sauver les phénomènes*.

Toutefois, au fur et à mesure que le temps progresse, on voit croître l'hostilité des théologiens et des philosophes à l'égard des hypothèses copernicaines ; comme Mélanchthon, ils tiennent ces hypothèses pour fausses en Philosophie, pour hérétiques en Théologie ; mais, plus intolérants que Mélanchthon, ils ne veulent point souffrir que l'on en use en Astronomie ; l'éloge même du génie astronomique de Copernic les offusque.

« On peut agiter diverses discussions au sujet du mouvement de la Terre, écrit Schreckenfuchs en 1569 [2] ; on trouvera ces discussions dans l'ouvrage de Nicolas Copernic, homme d'un génie incomparable, que je pourrais à bon droit nommer miracle du Monde, si je ne craignais par là d'offenser certains hommes qui, à juste titre d'ailleurs, tiennent extrêmement aux jugements portés par les anciens philosophes. »

Vers la même époque, nous voyons Peucer, élève de Reinhold et de Mélanchthon, s'élever contre l'emploi, en Astronomie, des hypothèses de Copernic, tout en admettant les procédés de calcul de l'Astronome de Thorn. « L'absurdité, absolument étrangère au vrai, nous choque dans les hypothèses de Copernic », écrit-il en ses *Hypotheses astronomicæ seu theoricæ planetarum*, publiées en 1571 [3]. « J'ai mis les hypothèses, écrit-il encore en ce même ouvrage,

1. August Heller, *Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit*, Bd. I, p. 270 ; Stuttgart, 1882.

2. Erasmi Oswaldi Schreckenfuchsii *Commentaria in sphæram Ioannis de Sacrobusto*. In fine : Basileæ, ex officina Henricpetrina, mense Septembri, anno MDLXIX ; p. 36.

3. Citées par Léopold Prowe, *Nicolaus Coppernicus*, Bd. I, II. Theil, Berlin, 1883, p. 281.

d'accord avec les observations et avec les tables de Copernic. Quant aux hypothèses mêmes de Copernic, je suis d'avis qu'en aucun cas, on ne les doit introduire dans les écoles. »

Il est clair qu'un changement d'opinion se prépare dans l'esprit de ceux qu'intéressent les choses de l'Astronomie ; avec Gemma Frisius et Osiander, on a tenu pour utile toute hypothèse capable de sauver les phénomènes, alors même que cette hypothèse n'était, pour le philosophe, ni vraie, ni vraisemblable ; désormais, on exigera d'une hypothèse, avant d'en user en Astronomie, qu'elle soit, d'une manière certaine ou tout au moins probable,en conformité avec la nature des choses ; on va donc mettre l'Astronomie sous la dépendance de la Philosophie et de la Théologie.

VII

De la réforme grégorienne du calendrier a la condamnation de Galilée.

Les hypothèses astronomiques sont de simples artifices destinés à sauver les phénomènes ; pourvu qu'elles atteignent à ce but, on ne leur demande ni d'être vraies, ni même d'être vraisemblables.

Cette opinion, depuis la publication du livre de Copernic et de la préface d'Osiander jusqu'au moment de la réforme grégorienne du calendrier, semble avoir été généralement reçue des astronomes et des théologiens. Au contraire, durant le demi-siècle qui s'écoule de la réforme du calendrier à la condamnation de Galilée, nous la voyons reléguée dans l'oubli, voire même violemment combattue au nom d'un réalisme général ; ce réalisme veut trouver dans les hypothèses astronomiques des affirmations sur la nature des choses ; il exige, dès lors, que ces hypothèses s'accordent avec les doctrines de la Physique et avec les textes de l'Écriture.

Le savant jésuite Christophe Clavius, de Bamberg, a composé un ample commentaire à la *Sphaera* de Jean de Sacro-Bosco. Les deux premières éditions de ce livre, imprimées à Rome en 1570 et en 1575, ne s'attardaient pas à la discussion des hypothèses astronomiques ; en 1581,

Clavius en donne une nouvelle édition « *multis ac variis locis locupletata*[1] » ; au verso du titre, l'auteur énumère les additions dont il a enrichi cette troisième édition ; parmi ces additions se trouve une « *disputatio perutilis de orbibus eccentricis et epicyclis contra nonnulos philosophos* ».

Cette *disputatio*, intitulée : « *Eccentrici et epicycli quibus* φαινομένοις *ab astronomis inventi sunt in cœlo* », est fort étendue, car elle occupe 27 pages très finement imprimées[2] ; elle est aussi fort intéressante, en ce qu'elle n'examine pas seulement le système de Ptolémée, mais encore les hypothèses de Copernic. Clavius, d'ailleurs, admire l'œuvre de l'astronome de Thorn ; lorsqu'il traite des inventeurs de l'Astronomie, il en cite le nom à plusieurs reprises ; il mentionne le traité *De revolutionibus orbium cœlestium* et les *Tabulæ prutenicæ* ; il va jusqu'à nommer Copernic : « ce très excellent géomètre qui, de notre temps, a relevé l'Astronomie et que la postérité tout entière, en sa reconnaissance, célébrera et admirera à l'égal de Ptolémée » ; de tels sentiments donnent un poids particulier à la critique que l'auteur va faire des hypothèses copernicaines.

Une autre circonstance accroît l'importance de ces critiques ; membre de la Compagnie de Jésus, Clavius faisait partie, comme il nous l'apprend[3], de la commission instituée par Grégoire XIII pour préparer la réforme du calendrier ; il semble donc être un interprète autorisé des tendances qui se manifestaient, à Rome, en ce temps.

Clavius expose[4], pour la rejeter, l'opinion qui fait des excentriques et des épicycles de pures fictions destinées à sauver les phénomènes : « Certains auteurs, dit-il, accordent que l'on peut défendre tous les φαινόμενα en posant des orbes excentriques et des épicycles ; mais il n'en

1. Christophori Clavii Bambergensis ex Societate Jesu *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius nunc iterum ab ipso Auctore recognitus, et multis ac variis locis locupletatus.* Permissu superiorum. Romae, MDLXXXI, ex officina Dominici Basae.
2. Clavius, *Op. cit.*, pp. 416-442.
3. Clavius, *Op. cit.*, p. 61.
4. Clavius, *Op. cit.*, pp. 434-435.

résulte pas, à leur avis, que lesdits orbes existent réellement dans la nature ; ils sont purement fictifs ; peut-être, en effet, existe-t-il une autre méthode plus commode qui permettrait de défendre toutes les apparences, encore que cette méthode nous soit inconnue ; en outre, il peut fort bien arriver que les apparences véritables puissent être défendues par lesdits orbes, bien que ceux-ci soient entièrement fictifs et ne soient nullement les vraies causes de ces apparences ; car du faux, on peut conclure le vrai, ainsi qu'il résulte de la Dialectique d'Aristote.

«Ces raisons peuvent encore être confirmées de la manière suivante: Dans son ouvrage intitulé : *De revolutionibus orbium cœlestium*, Nicolas Copernic sauve tous les φαινόμενα par une autre voie ; il suppose que le firmament est fixe et immobile ; il suppose également le Soleil immobile au centre de l'Univers ; quant à la Terre, il lui attribue un triple mouvement. Les excentriques et les épicycles ne sont donc pas nécessaires pour sauver les φαινόμενα des astres errants... »

Clavius refuse de se rendre à la force de ces arguments. « S'ils ont une méthode plus commode, dit-il de ceux qui les soutiennent, qu'ils nous la montrent ; nous en serons satisfaits et nous leur en garderons une très grande reconnaissance. Les astronomes, en effet, s'efforcent uniquement à sauver de la manière la plus commode tous les φαινόμενα du Ciel, soit par le procédé des excentriques et des épicycles, soit par tout autre procédé. Or, comme on n'a trouvé jusqu'ici aucune méthode plus commode que celle qui sauve toutes les apparences à l'aide des excentriques et des épicycles, il est fort à croire que les sphères célestes sont constituées par des orbes de cette espèce. »

Si l'on objecte à Clavius que la réalité de certaines hypothèses ne saurait être prouvée par leur accord avec les phénomènes, puisque l'impossibilité d'autres hypothèses capables de sauver les mêmes apparences n'est nullement établie, il repousse vivement cette objection ; elle ruinerait, dit-il, toute la Physique, car cette science se construit entièrement en remontant des effets aux causes. Soixante ans

auparavant, Luiz Coronel avait déjà signalé cette nécessité d'assimiler les théories de la Physique aux doctrines astronomiques.

Toutefois, le fait que Copernic est parvenu à sauver les apparences au moyen d'un système distinct de celui de Ptolémée amène Clavius à atténuer[1] ses affirmations réalistes, à les réduire presque à celles que Giuntini a formulées.

« Que Copernic soit parvenu à sauver les φαινόμενα par une autre voie, cela n'a rien d'étonnant. Les mouvements des excentriques et des épicycles lui ont fait connaître le temps, la grandeur, la qualité des apparences tant futures que passées ; comme il était extrêmement ingénieux, il a pu imaginer une nouvelle méthode plus commode, à son avis, pour sauver les apparences..... De même que lorsque nous connaissons une conclusion exacte, nous pouvons combiner une suite de syllogismes qui la tirent de prémisses fausses. Mais, bien loin que la doctrine de Copernic nous amène à abandonner les excentriques et les épicycles, elle nous contraindrait plutôt à les supposer. Les astronomes ont imaginé ces orbes parce que les phénomènes leur ont enseigné d'une manière plus que certaine que les astres errants ne demeuraient pas toujours à la même distance de la Terre... Tout ce que l'on peut conclure de la supposition de Copernic, c'est qu'il n'est pas absolument certain que les excentriques et les épicycles soient agencés comme le pensait Ptolémée, puisqu'un grand nombre de φαινόμενα peuvent être défendus par une autre méthode. Or, en cette question, nous nous sommes seulement efforcé de persuader au lecteur que les astres errants, en leur cours, ne demeurent pas toujours à une distance invariable de la Terre ; en sorte qu'il doit exister dans les cieux des orbites épicycles et excentriques disposées comme l'admet Ptolémée ou, du moins, qu'il faut y placer quelque cause qui, pour rendre compte de ces effets, soit équivalente aux excentriques et aux épicycles. »

Cette conclusion est, presque textuellement, la proposition prudente qu'avait formulée Giuntini.

1. Clavius, *Op. cit.*, pp. 436-437.

Le système de Copernic fournit précisément des causes qui équivalent aux excentriques et aux épicycles lorsqu'il s'agit de rendre compte des phénomènes astronomiques ; il semble donc que, pour se conformer à la règle qu'il vient de poser, Clavius dût regarder la théorie de Copernic comme recevable au même titre que la théorie de Ptolémée.

« Au cas où la supposition de Copernic n'impliquerait rien de faux ni d'absurde, on pourrait douter si, alors qu'il s'agit de garder les φαινόμενα, il vaut mieux adhérer à l'opinion de Ptolémée ou à celle de Copernic. Mais la position de Copernic contient beaucoup d'affirmations absurdes ou erronées ; il admet que la Terre n'est pas au milieu du firmament ; qu'elle se meut d'un triple mouvement, chose que je ne puis concevoir, puisque, selon les philosophes, un corps simple unique a droit à un seul mouvement ; que le Soleil est au centre du Monde et qu'il est dénué de tout mouvement ; toutes choses qui répugnent à la doctrine communément reçue des philosophes et des astronomes. En outre, comme nous l'avons vu plus complètement au premier chapitre [1], ces affirmations semblent contredire à ce que les Saintes Écritures enseignent en un grand nombre d'endroits. C'est pourquoi il nous paraît que l'opinion de Ptolémée doit être préférée à celle de Copernic.

« De toutes ces discussions résulte la conclusion suivante : Il est probable qu'il y a des excentriques et des épicycles ; il est probable également qu'il existe huit ou dix cieux ; en effet, ce nombre de cieux et ces orbites ont été découverts par les astronomes au moyen des φαινομένοις. »

La position prise par Clavius à l'égard des hypothèses astronomiques peut se définir en ces propositions :

Les hypothèses astronomiques doivent sauver les phéno-

1. Au premier chapitre, à propos de l'hypothèse du mouvement de la Terre admise par Copernic, Clavius, prônant l'immobilité de notre globe, s'exprimait en ces termes : « Les Saintes Écritures sont également favorables à cet avis, car, en une foule d'endroits, elles affirment que la Terre est immobile, tandis que le Soleil et les autres astres sont en mouvement (*Favent huic quoque sententiæ Sacræ Literæ quæ plurimis in locis Terram esse immobilem affirmant Solemque ac cætera astra moveri testantur*). » Suivait une énumération de textes bien connus. (CLAVIUS, *Op. cit.*, p. 193.)

mènes aussi exactement et aussi commodément que possible, mais cela ne suffit pas pour qu'elles soient acceptables.

Avant de les recevoir, on ne peut exiger d'elles qu'elles soient certaines ; mais, du moins, doit-on exiger qu'elles soient probables.

Pour qu'elles soient probables, il faut qu'elles ne soient pas incompatibles avec les principes de la Physique ; il faut, en outre, qu'elles ne soient pas en contradiction avec les enseignements de l'Église et avec les textes de l'Écriture.

Ainsi se trouvent imposées, à toute hypothèse astronomique qui voudra pénétrer dans la Science, deux conditions de recevabilité :

Elle ne devra pas être *falsa in Philosophia.*

Elle ne devra pas être *erronea in Fide* ni, à plus forte raison, *formaliter haeretica.*

Ce sont les critères mêmes auxquels, en 1633, l'Inquisition soumettra les deux hypothèses fondamentales du système de Copernic ; c'est parce qu'elles lui paraîtront toutes deux *falsae in Philosophia*, que l'une lui semblera *ad minus erronea in Fide* et l'autre *formaliter haeretica*, que le Saint-Office fera à Galilée défense de les soutenir.

Trois ans avant que ces deux marques auxquelles se doit reconnaître une hypothèse astronomique recevable aient été indiquées dans l'ouvrage imprimé à Rome par le Jésuite Christophe Clavius, elles étaient formulées et appliquées, à l'autre extrémité de l'Europe, par le protestant Tycho Brahé.

En effet, c'est en 1578 que Tycho Brahé rédigea les huit premiers chapitres de son ouvrage sur la comète de 1577 [1], bien que l'ouvrage lui-même ait été publié seulement en 1588 [2]. Or, au début du huitième livre, Brahé [3] expose

1. Cf. : Houzeau et Lancaster, *Bibliographie générale de l'Astronomie*, t. I, p. 596.

2. Tychonis Brahe *De mundi ætherei recentioribus phænomenis liber secundus, qui est de illustri stella caudata anno 1577 conspecta* ; Uraniburgi, 1588. Nous citons cet ouvrage d'après la réimpression qui en a été donnée dans : Tychonis Brahe *mathim : eminent : Dani Ope-*

3. Tycho Brahé, *Op. cit.*, pars II, p. 95.

les raisons pour lesquelles il croit devoir rejeter à la fois le système de Ptolémée et le système de Copernic, afin de proposer une théorie nouvelle.

En admettant que la rotation du déférent d'une planète est uniforme non pas autour du centre de ce même déférent, mais autour du centre de l'équant, Ptolémée a adopté « des hypothèses qui pèchent contre les premiers principes de l'art ». Tycho a donc pris en considération « l'innovation récemment introduite par le grand Copernic, selon l'esprit d'Aristarque de Samos... Elle évite savamment et entièrement tout ce qu'il y avait de superflu ou de discordant dans le système de Ptolémée ; elle ne pèche en rien contre les principes des Mathématiques. Mais elle attribue à la Terre, à ce corps grossier, paresseux, inhabile au mouvement, un mouvement tout aussi rapide qu'à ces flambeaux éthérés et, qui plus est, un triple mouvement. Par là, elle se trouve réfutée non seulement au nom des principes de la Physique, mais encore au nom de l'autorité des Saintes Écritures ; celles-ci, en effet, comme nous l'exposerons ailleurs d'une manière plus complète, affirment à plusieurs reprises l'immobilité de la Terre...

« Il m'a donc semblé que les deux sortes d'hypothèses (celles de Ptolémée et celles de Copernic) impliquaient de graves absurdités. Aussi me suis-je profondément recueilli en moi-même, cherchant à découvrir quelque hypothèse qui fût, de tout point, rigoureusement établie tant au point de vue des Mathématiques qu'au point de vue de la Physique, qui n'en fût pas réduite à user de subterfuges pour éviter les censures théologiques, enfin qui satisfît pleinement aux phénomènes célestes. »

Les principes posés par Osiander en sa célèbre préface n'apparaissent plus à Tycho Brahé que comme des subterfuges destinés à éviter les censures théologiques. Les hypothèses astronomiques ne doivent pas seulement sauver les phénomènes ; elles doivent encore s'accorder à la fois avec les

ra omnia sive Astronomiæ instauratæ progymnasta in duas partes distributa, quorum (sic) prima de restitutione motuum Solis et Lunæ, stellarumque inerrantium tractat. Secunda autem de mundi ætherei recentioribus phænomenis agit. Anno MDCXLVIII, Francofurti, impensis Ioannis Godofredi Schönwetteri.

principes de la Philosophie péripatéticienne et avec les textes de l'Écriture, car elles n'expriment pas seulement des fictions, mais des réalités. Les hypothèses de Copernic, si bien adaptées soient-elles aux apparences, doivent être rejetées, car elles ne sauraient être conformes à la nature des choses ; Tycho Brahé le répétait encore dans l'ouvrage [1] qui fut publié, un an après sa mort, par les soins de Képler : « La disposition que le grand Copernic a attribuée aux circulations apparentes des corps célestes est extrêmement ingénieuse et bien adaptée, mais, en réalité, elle ne correspond pas à la vérité. »

Les opinions que Tycho Brahé professait touchant la nature des hypothèses astronomiques se répandirent en Allemagne durant la fin du xve siècle et les premières années du xvie siècle.

Nous avons sous les yeux un petit traité d'Astronomie, composé sur le modèle de la *Sphaera* de Sacro-Bosco, rédigé à Wittemberg, en 1604, par Georges Horst de Torgau, et demeuré manuscrit [2]. Malgré son caractère élémentaire et scolaire ou, plutôt, en vertu même de ce caractère, ce petit ouvrage est singulièrement propre à nous faire connaître ce que l'on pensait des hypothèses astronomiques, au début du xviie siècle, en la célèbre Université protestante ; il nous permet d'apprécier la grandeur du changement qu'un demi-siècle avait introduit dans les manières de voir à ce sujet, depuis l'époque où Mélanchthon et Reinhold professaient en la même Université.

« L'Astronomie, dit Georges Horst au début de son petit traité, est la science des mouvements que les corps célestes éprouvent soit les uns par rapport aux autres, soit par rapport à la Terre. On la nomme Science *a potiori* ; en effet, bien qu'elle montre par la vue seule (κατ'ὄψιν) certains des

1. Tychonis Brahe *Astronomiae instauratae progymnasta, quorum haec prima pars de restitutione motuum Solis et Lunae stellarumque inerrantium tractat.* Uraniburgi, 1589, absoluta Pragae Brohemiae, 1602. — Tychonis Brahe *Opera omnia*, pars I, p. 4.

2. *Tractatus in arithmeticam Logisticam Wittebergæ privatim propositus a* M. Georg. Horstio Torgensi Anno 1604. — *Introductio in Geometriam — Explicatio brevis ac perspicua doctrinæ sphæricæ in quatuor libris distributa.*

objets qui se trouvent dans le Ciel, toutefois elle établit la plupart de ses conclusions au moyen de principes apodictiques, et cela d'une manière si certaine et infaillible que Pline..... dit avec raison : Il est honteux que quelqu'un puisse ne pas y croire.

« Les principes de l'Astronomie sont de deux sortes: Des principes vrais et des principes analogiques. Les premiers sont l'Arithmétique et la Géométrie ; à l'aide de ces sciences, semblables à des ailes, nous nous élevons jusqu'au Ciel et nous le parcourons de notre vol en compagnie du Soleil et des autres astres. Les seconds sont φαινόμενα et ὑποθέσεις. On les nomme analogiques parce qu'ils ne montrent pas ce en vertu de quoi (*propter quid*) l'objet existe ou a lieu, mais ils démontrent que l'objet a lieu.....

« On nomme φαινόμενα tout ce qui, dans le Ciel, s'offre à l'observation de notre vue.

« Les *hypothèses* sont des suppositions faites par les savants, suppositions au moyen desquelles ils sauvent et excusent les divers φαινόμενα qui se produisent au Ciel ; par là, l'homme de science, naturellement avide de connaître la cause (τοῦ αἰτίου), comme le dit Aristote au premier livre de la Métaphysique, parvient à connaître les causes de ces changements célestes et à les révéler à autrui. Parmi les hypothèses, nous trouvons les orbes excentriques, les épicycles, et autres objets semblables. »

A ces hypothèses, tout comme aux phénomènes, Georges Horst attribue une certitude absolue, apodictique. Afin que nul ne puisse révoquer en doute cette certitude, il prend grand soin d'énumérer et de formuler avec précision toutes les hypothèses qu'il admet au sujet du Ciel, de l'eau, de la Terre, etc. ; à chaque hypothèse sont jointes les raisons qui en assurent la vérité et, presque toujours, ces raisons se rangent en deux séries ; l'auteur énumère d'abord celles qui sont fournies par l'observation et par la Physique péripatéticienne, puis celles qui sont tirées des textes de l'Écriture.

L'immobilité de la Terre, par exemple, est confirmée par ces deux sortes d'arguments, exactement comme elle l'était

dans les *Initia Physicæ* de Mélanchthon ; mais en invoquant ces deux genres de preuves à l'appui de la vérité physique, Mélanchthon laissait à l'astronome la liberté de sauver les phénomènes à l'aide d'hypothèses artificielles qui ne fussent pas conformes à cette vérité ; Georges Horst entend que les hypothèses de l'astronome soient des principes certains et infaillibles ; c'est pourquoi il prétend les justifier par une argumentation de physicien et de théologien.

Les adversaires du système de Copernic, s'appuyaient chaque jour plus fermement à ce principe : Les hypothèses astronomiques expriment des réalités physiques. Il semble que cette attitude eût dû pousser les Copernicains à prendre l'attitude opposée, à soutenir,avec Osiander, que les hypothèses astronomiques sont de purs artifices destinés à sauver les phénomènes. S'ils admettaient, en effet, que les hypothèses astronomiques doivent être conformes à la nature des choses, ils mettaient forcément leur système en grand péril.D'une part, leurs suppositions contredisaient à ceux-là mêmes des principes de la Physique péripatéticienne que la plupart des philosophes tenaient pour certains ; leurs doctrines ruinaient ces principes sans rien proposer qui pût les remplacer ; l'hypothèse du mouvement de la Terre,par exemple,était inconciliable avec ce que l'École enseignait du mouvement des projectiles, et aucun Copernicain n'avait tenté de donner une théorie nouvelle de ce mouvement.D'autre part, le mouvement de la Terre, l'immobilité du Soleil semblaient formellement niés par les Saintes Écritures, et cette objection devait paraître singulièrement forte à des hommes dont la plupart, catholiques ou protestants, étaient des chrétiens sincères.

Tous les motifs imaginables inclinaient donc les Copernicains vers le parti que leur recommandait la préface au traité *De Revolutionibus* ; c'est le parti contraire qu'ils embrassèrent.Avec bien plus de fougue que les Ptoléméens, ils se mirent à affirmer que les hypothèses astronomiques devaient être des vérités, et que les suppositions de Copernic étaient seules conformes à la réalité.

Ce n'est pas seulement avec fougue que Giordano Bruno, en un de ses plus anciens écrits[1] combat l'opinion d'Osiander; il l'attaque avec la plus brutale grossièreté.

Il rapporte que, selon certaines personnes, « Copernic n'aurait pas embrassé l'opinion que la Terre fût en mouvement, car c'est là une supposition inconvenante et impossible ; il aurait attribué le mouvement à la Terre plutôt qu'à la huitième sphère uniquement en vue de la commodité des calculs ». Le philosophe de Nole déclare que « si Copernic avait affirmé le mouvement de la Terre pour cette seule cause, et non point pour quelque autre raison, cela lui semblerait peu, et même trop peu ; mais il est certain que Copernic croyait à ce mouvement tout comme il l'affirmait, et qu'il le prouvait de toutes ses forces ».

Bruno parle alors d' « une certaine épitre préliminaire attachée au livre de Copernic par je ne sais quel âne ignorant et présomptueux ; celui-là voulait, semble-t-il, excuser l'auteur ; ou plutôt, il voulait que, même en ce livre, les autres ânes retrouvassent les laitues et les menus fruits qu'il y aurait laissés, afin qu'ils ne courussent pas le risque de partir sans déjeuner ». Présentée en ces termes si courtois, la préface d'Osiander est alors citée. « Voyez le beau portier ! poursuit Giordano Bruno ; voyez comme il sait bien vous ouvrir la porte pour vous faire entrer en participation de cette très honorable science, sans laquelle l'art de compter et de mesurer, la Géométrie et la Perspective, ne seraient plus qu'un passe-temps de fous ingénieux ! Admirez comme il sert fidèlement le patron de la maison ! »

En dépit du mauvais goût de ces sarcasmes, Giordano Bruno a raison lorsqu'il dénonce la contradiction qui existe entre la préface d'Osiander et la lettre de Copernic au pape Paul III ; il a raison, lorsqu'il prétend que Copernic « a non seulement fait l'office du mathématicien qui suppose le mouvement de la Terre, mais encore du physicien qui le démontre. » Le réalisme que professe le Philosophe de

1. *La cena de le ceneri. Descritta in cinque dialogi, per quattro interlocutori, contre considerationi, circa doi suggetti, all' unico refugio de le Muse. L'illustrissi.* MICHEL DI CASTELNUOVO. 1584. — Réimprimé dans : *Le opere italiane di* GIORDANO BRUNO, ristampate da Paolo de Lagarde, vol. I, Gottinga, 1888 ; pp. 150-152.

Nole au sujet des hypothèses astronomiques est bien dans la tradition de Copernic et de Rhaeticus.

Jean Képler est, sans contredit, le plus ferme et le plus illustre représentant de cette tradition.

En la préface même de son premier ouvrage, de son *Mysterium cosmographicum* [1], imprimé en 1596, Képler nous apprend que six ans auparavant, à Tubingue, auxiliaire de Michel Maestlin, il était déjà séduit par le système de Copernic : « Dès ce moment, j'avais l'intention d'attribuer à la Terre non seulement le mouvement du premier mobile, mais encore le mouvement solaire ; et tandis que Copernic le lui attribuait par des raisons de Mathématiques, je le lui attribuais par des raisons de Physique ou, si vous préférez, de Métaphysique. »

Képler est protestant, mais profondément religieux ; il ne regarderait pas les hypothèses de Copernic comme conformes à la réalité si elles étaient contredites par la Sainte Écriture ; avant donc de pénétrer sur le terrain de la Métaphysique ou de la Physique, il lui faut traverser celui de la Théologie. « Dès le premier début de cette discussion sur la nature, dit-il au commencement du chapitre I du *Mysterium cosmographicum* [2], il nous faut prendre garde de rien dire qui soit contraire à la Sainte Écriture ».

Képler marque ainsi aux Copernicains la voie qu'ils seront désormais obligés de suivre ; réalistes, ils veulent que leurs hypothèses soient conformes à la nature des choses ; chrétiens, ils admettent l'autorité du Texte sacré ; les voilà donc conduits à concilier leurs doctrines astronomiques avec l'Écriture, les voilà contraints de s'ériger en théologiens.

Ils eussent échappé à cette contrainte en pensant des hypothèses astronomiques ce qu'en pensait Osiander ; mais

1. *Prodromus dissertationum cosmographicarum continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium cœlestium deque causis cœlorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia corpora geometrica a* M. Joanne Keplero Wirtembergio. Tubingæ excudebat Georgius Gruppenbachius, Anno MDXCVI. — Joannis Kepleri astronomi *Opera omnia* edidit Ch. Frisch, Frankfort sur le Mein et Erlangen, t. I, 1858, p. 106.

2. Kepler, *Opera*, éd. Ch. Frisch, t. I, p. 112.

ceux qui suivent fidèlement les indications de Copernic et de Rhaeticus ne peuvent souffrir la doctrine exposée en la célèbre préface. « Certaines personnes, dit Képler[1], s'autorisent de l'exemple tiré d'une démonstration exceptionnelle qui, de prémisses fausses, par une déduction syllogistique rigoureuse, fait sortir une conclusion vraie ; fortes de cet exemple, elles prétendent que les hypothèses qui plaisent à Copernic peuvent être fausses et que, cependant, les vrais φαινόμενα peuvent en découler comme de leurs principes propres ; je n'ai jamais pu partager cet avis...

« Tout ce que Copernic a découvert *a posteriori*, tout ce qu'il a démontré par la vue au moyen des axiomes géométriques, je n'hésite pas à déclarer qu'on pouvait le démontrer *a priori*, de manière à exclure toute hésitation et à ravir le témoignage même d'Aristote, s'il vivait encore. »

En 1597, Rymer Baer publiait, comme nous l'avons vu plus haut[2], son écrit *De hypothesibus astronomicis*. Il y reprenait, au sujet des hypothèses de l'Astronomie, les doctrines qu'Osiander avec exposées en la préface du livre *Des révolutions* ; mais, si nous en jugeons par l'analyse que Képler nous donne de l'ouvrage d'Ursus[3], les idées de l'éditeur de Copernic étaient défigurées par de fâcheuses exagérations. On y lisait[4], par exemple, que « les hypothèses étaient la description fictive d'une forme imaginaire du système du Monde et non de la forme réelle et véritable de ce système », pensée que Lefèvre d'Étaples avait magnifiquement développée ; mais on y lisait aussi que « les hypothèses ne seraient pas des hypothèses si elles étaient vraies » ; que « le propre des hypothèses est de faire sortir le vrai du faux » ; en ces assertions, l'auteur jouait sur les mots ; si, dans le langage vulgaire, le mot *hypothèse* a pris le sens de supposition douteuse, philosophes et astronomes lui gardaient sa signification étymologique, celle de proposition fondamentale sur laquelle repose une théorie.

1. Kepler, *loc. cit.*, pp. 112-113.
2. *Vide supra*, § VI, p. 79.
3. Nous n'avons pu consulter cet ouvrage.
4. Kepler, *Opera*, éd. Frisch, t. I, p. 242.

Pour réfuter Raymarus Ursus, Képler composa, vers 1600 ou 1601, un écrit qui est demeuré inachevé et qui n'a été édité que de nos jours [1]. Cet écrit nous a donné déjà d'importants renseignements historiques sur la préface qui ouvre le livre *De revolutionibus orbium cœlestium*; il va maintenant nous faire connaître l'exacte opinion de Képler touchant la nature des hypothèses astronomiques.

« En Astronomie comme en toute autre science, dit-il [2], les conclusions que nous enseignons au lecteur, nous les lui donnons sérieusement, en excluant tout ce qui serait pur jeu d'esprit. Nous prétendons donc le persuader de la vérité de nos conclusions. Or, pour qu'un syllogisme puisse légitimement conduire à une conclusion vraie, il faut que les prémisses, qui sont ici les hypothèses, soient véritables. Nous n'atteindrons donc notre fin, qui est de montrer la vérité au lecteur, qu'en partant de deux hypothèses, véritables l'une et l'autre, pour parvenir à la conclusion selon les règles du syllogisme. Si l'erreur a pénétré soit dans l'une des deux hypothèses qui ont été prises pour prémisses, soit en toutes deux à la fois, il pourra bien se faire qu'une conclusion exacte en découle; mais, comme je l'ai déjà dit au Chapitre I de mon *Mysterium cosmographicum*, cela n'arrivera que par hasard, et cela n'aura pas toujours lieu... Un proverbe dit que les menteurs ont besoin d'avoir bonne mémoire; il en serait de même des hypothèses fausses qui auraient conduit par hasard à une conclusion juste; au cours des démonstrations, au fur et à mesure qu'elles seront appliquées à des cas de plus en plus variés, elles ne garderont pas toujours cette habitude de fournir des conclusions vraies; elles finiront bien par se trahir... Or aucun des auteurs d'hypothèses auxquels nous accordons la célébrité ne voudrait s'exposer au danger d'errer en ses conclusions; il en résulte qu'aucun d'entre eux ne voudrait recevoir sciemment, parmi ses hypothèses, une proposition entachée d'erreur. Aussi les

1. Joannis Kepleri *Apologia Tychonis contra Nicolaum Raymarum Ursum*. Joannis Kepleri *Opera omnia*, éd. Frisch, t. I, p. 215.
2. Kepler, *loc. cit.*, t. I, p. 239.

voit-on bien souvent plus soucieux des hypothèses à admettre que de la suite des démonstrations, que des conclusions ; tous les auteurs célèbres qui ont paru jusqu'à ce jour examinent leurs hypothèses à l'aide des raisons qui leur sont fournies tant par la Géométrie que par la Physique, et ils désirent les concilier avec l'une comme avec l'autre. »

N'existe-t-il pas des hypothèses distinctes, bien qu'équivalentes ? Incapables d'être vraies simultanément, ne conduisent-elles pas, cependant, à des conclusions identiques ? Le théorème d'Hipparque, qui permet de représenter indifféremment le mouvement du Soleil soit par un excentrique, soit par un épicycle roulant sur un cercle concentrique au Monde, en fournit un exemple classique. N'est-ce pas la preuve que des conclusions vraies peuvent être déduites d'une hypothèse, alors qu'aucun astronome ne saurait dire si cette hypothèse est ou non véritable ?

De l'avis de Képler, cette incertitude est l'apanage de l'astronome qui, dans l'examen des hypothèses, ne veut faire appel qu'aux raisons mathématiques ; l'emploi simultané des raisons de Géométrie et des raisons de Physique la fera sûrement évanouir :

« Celui qui pèsera toutes choses selon cette règle, je ne sais s'il lui arrivera de rencontrer une seule hypothèse, soit simple, soit composée, qui ne finisse par produire une conclusion particulière, séparée et différente de la conclusion que pourrait fournir toute autre hypothèse. Si les conclusions de deux hypothèses coïncident dans le domaine de la Géométrie, dans le domaine de la Physique, chacune de ces hypothèses entraînera une conséquence spéciale. Seulement, les savants ne considèrent pas toujours cette différence qui se manifeste seulement dans le domaine de la Physique ; trop souvent ils contraignent leur pensée à ne pas excéder les bornes de la Géométrie et de l'Astronomie ; c'est en demeurant dans les limites de ces deux sciences qu'ils discutent la question de l'équivalence des hypothèses ; ils font abstraction des conséquences différentes qui, par rapport aux sciences voisines, atténuent ou font disparaître cette prétendue équivalence. »

L'équivalence de deux hypothèses distinctes ne peut donc être qu'une équivalence partielle ; si certaines conclusions peuvent être également déduites de deux hypothèses inconciliables, ce n'est pas en vertu des différences de ces deux hypothèses, mais en vertu de ce qu'il y a entre elles de commun.

Nous retrouvons ici les pensées d'Adraste d'Aphrodisie et de Théon de Smyrne.

Képler ne se contente pas de critiquer la doctrine soutenue par Osiander et par Ursus ; il entend encore pratiquer le réalisme dont il a posé les principes ; de ce réalisme, le monument le plus considérable que son génie ait élevé, l'*Epitome Astronomiae Copernicanae* nous apporte le témoignage.

Le réalisme s'affirme dès le début du premier livre de cet ouvrage : « L'Astronomie, dit Képler [1], est une partie de la Physique » ; et l'importance de cet aphorisme se marque tout aussitôt en ce que l'auteur nous dit [2] *De causis hypothesium* : « La troisième partie du bagage de l'astronome est la Physique ; en général, on ne la regarde pas comme nécessaire à l'astronome ; et cependant la Science de l'astronome importe grandement à l'objet que se propose cette partie de la Philosophie qui, sans l'astronome, ne parviendrait pas à son achèvement. On ne doit pas, en effet, laisser aux astronomes l'absolue licence de feindre n'importe quoi, sans raison suffisante. Il faut que vous puissiez donner des raisons probables des hypothèses que vous prétendez être les causes véritables des apparences ; il vous faut donc, tout d'abord, chercher les fondements de votre Astronomie en une Science plus élevée, je veux dire en la Physique ou en la Métaphysique ; d'ailleurs, soutenu par ces arguments géométriques, physiques ou métaphysiques

1. *Epitome Astronomiæ Copernicanæ usitata forma quæstionum et responsionum conscripta, inque VIII libros digesta, quorum hi tres priores sunt de doctrina physica, auctore* Joanne Kepplero, Lentiis ad Danubium, excudebat Johannes Plancus, anno MDCXVIII. Joannis Kepleri astronomi *Opera omnia* edidit Ch. Frisch, vol. VI, 1861, p. 119.

2. Képler, *loc. cit.*, pp. 120-121.

qui vous sont fournis par votre Science particulière, il ne vous est pas interdit de sortir à votre tour des limites de cette Science pour discourir des objets qui appartiennent à ces doctrines plus élevées. »

Au cours de son *Epitome*, Képler ne perd aucune occasion d'appuyer ses hypothèses d'arguments que lui fournissent la Physique et la Métaphysique. Quelle Physique et quelle Métaphysique ! Mais ce n'est point ici le lieu de dire quelles étranges rêveries, quelles imaginations puériles Képler désignait pas ces deux noms. Nous ne voulons pas rechercher comment Képler a construit son Astronomie ; il nous suffit de savoir comment il voulait qu'elle fût construite. Or, nous le savons maintenant, il voulait que la Science des mouvements célestes reposât sur des fondements assurés par la Physique et par la Métaphysique ; il exigeait que les hypothèses astronomiques ne fussent point contredites par l'Écriture.

En outre, nous voyons, dans les écrits de Képler, s'affirmer une ambition nouvelle : Fondée sur des hypothèses vraies, l'Astronomie peut, par ses conclusions, contribuer au progrès de la Physique et de la Métaphysique qui lui ont fourni ses principes.

Galilée adopta, tout d'abord, les hypothèses de Ptolémée.

En 1656 fut imprimé à Rome un petit traité de Cosmographie [1] dû au grand géomètre pisan ; ce traité fut inséré au tome second de l'édition des œuvres de Galilée, donnée à Padoue en 1744 [2] ; un court avertissement de l'éditeur signalait l'existence d'une copie manuscrite de ce même opuscule ; d'après cette copie, Galilée avait composé cet écrit, en 1606, pour servir de manuel aux étudiants de Padoue ; les éditions ultérieures des œuvres de Galilée ont reproduit ce petit traité.

Il est extrêmement intéressant de le comparer à l'*Expositio doctrinae sphaericae* que Georges Horst rédigeait,

1. *Trattato della sfera o Cosmografia di* Galileo Galilei, *matematico dello studio di Padova*, Roma, 1656.

2. *Opere di* Galileo Galilei *divise in quattro tomi, in questa nova edizione accresciute di molte cose inedite*. In Padova, MDCCXLIV. Tomo secondo, p. 514.

deux ans auparavant, à Wittemberg ; l'analogie est très grande entre les tendances qui dirigent les deux auteurs. Comme Horst, Galilée parle d'abord des divers moyens qui sont mis en œuvre dans la composition de l'Astronomie ; il signale les phénomènes, puis les hypothèses ; comme Horst, il définit les hypothèses : « Certaines suppositions qui sont relatives à la structure des orbes célestes, et qui sont telles qu'elles répondent aux apparences » ; « et comme nous en sommes aux premiers principes de cette science, poursuit Galilée, nous laisserons de côté les calculs et les démonstrations plus difficiles, et nous nous occuperons seulement des hypothèses ; nous nous ingénierons à les confirmer et à les établir à l'aide des apparences. »

Comment Galilée conçoit-il cette confirmation des hypothèses ? Va-t-il leur demander seulement de *sauver les phénomènes*, sans exiger d'elles qu'elles soient vraies ou, du moins, vraisemblables ? Pas plus que Georges Horst, il ne serait satisfait à si peu de frais ; comme lui, il veut que les fondements de la théorie astronomique soient conformes à la réalité ; comme lui, il prétend les démontrer à l'aide des preuves classiques que fournit la Physique de l'École. Une seule différence est à noter entre les démonstrations de Galilée et les démonstrations de Georges Horst ; aux raisons tirées de la Physique d'Aristote, le professeur protestant de Wittemberg joint, toutes les fois qu'il le peut, la force des textes de l'Écriture ; le professeur catholique de Padoue ne fait jamais appel à ces textes.

Lorsque Galilée embrassa le système de Copernic, il le fit dans le même esprit qui l'avait inspiré alors qu'il tenait pour le système de Ptolémée ; il voulut que les hypothèses du nouveau système fussent non point des artifices propres au calcul des tables, mais des propositions conformes à la nature des choses ; il voulut qu'elles fussent établies par des raisons de Physique. On peut même dire que cette confirmation par la Physique des hypothèses copernicaines est le centre vers lequel convergent les recherches les plus diverses de Galilée ; c'est vers ce même objet que concourent et ses observations d'astronome, et ses théories de mé-

canicien. D'ailleurs, comme il voulait que les fondements de l'Astronomie copernicaine fussent des vérités, et comme il ne pensait pas qu'une vérité pût contredire à l'Écriture dont il reconnaissait la divine inspiration, il fut amené à concilier ses affirmations avec les textes de la Bible ; à ses heures, il se fit théologien ; sa célèbre lettre à Marie-Christine de Lorraine nous en est témoin.

En prétendant que les hypothèses exprimaient des vérités physiques, en déclarant qu'elles ne lui paraissaient pas contredire aux Saintes Lettres, Galilée était pleinement, comme Képler, dans la tradition de Copernic et de Rhaeticus. Il se heurta à ceux qui représentaient la tradition du protestant Tycho Brahé et du Jésuite Christophe Clavius. Ce que ceux-ci avaient dit au voisinage de l'an 1580, les théologiens du Saint-Office le proclamèrent solennellement en 1616.

Ils s'emparèrent de ces deux hypothèses fondamentales du système copernicain :

Sol est centrum mundi et omnino immobilis motu locali ;

Terra non est centrum mundi nec immobilis, sed secundum se totam movetur, etiam motu diurno.

Ils se demandèrent si ces deux propositions portaient les deux marques que, d'un commun accord, Copernicains et Ptoléméens requéraient de toute hypothèse astronomique recevable : Ces propositions étaient-elles compatibles avec la saine Physique ? Étaient-elles conciliables avec l'Écriture divinement inspirée ?

Or, pour les Inquisiteurs, la saine Physique était la Physique d'Aristote et d'Averroès ; elle leur dictait sans ambage la réponse qu'ils devaient faire à la première question : Les deux hypothèses incriminées étaient *stultae et absurdae in Philosophia*.

Quant à l'Écriture, les consulteurs du Saint-Office se refusaient à en recevoir aucune interprétation qui n'eût pas pour elle l'autorité des Pères ; la réponse à la seconde question leur était dès lors imposée : La première proposition était *formaliter haeretica*, la seconde était *ad minus in fide erronea*.

Les deux propositions censurées ne présentaient ni l'un ni l'autre des deux caractères qui doivent signaler toute hypothèse astronomique recevable ; il les fallait donc entièrement rejeter, n'en pas user même dans le seul but de *sauver les phénomènes* ; aussi le Saint-Office faisait-il défense à Galilée d'enseigner *d'aucune manière* la doctrine de Copernic.

La condamnation portée par le Saint-Office était la conséquence du choc qui s'était produit entre deux réalismes. Ce heurt violent eût pu être évité, le débat entre les Ptoléméens et les Copernicains eût pu être maintenu sur le seul terrain de l'Astronomie, si l'on eût écouté de sages préceptes touchant la nature des théories scientifiques et des hypothèses sur lesquelles elles reposent ; ces préceptes, formulés par Posidonius, par Ptolémée, par Proclus, par Simplicius, une tradition ininterrompue les avait conduits jusqu'à Osiander, à Reinhold, à Mélanchthon ; mais ils semblaient maintenant bien oubliés.

Il se trouva cependant des voix autorisées pour les faire entendre de nouveau.

L'une de ces voix fut celle du Cardinal Bellarmin, de celui-là même qui allait, en 1616, examiner les écrits copernicains de Galilée et de Foscarini ; dès le 12 avril 1615, Bellarmin avait écrit à Foscarini une lettre [1], pleine de sagesse et de prudence, dont voici quelques passages :

« Il me semble que Votre Paternité et le Seigneur Galilée agiraient prudemment en se contentant de parler *ex suppositione,* et non pas d'une manière absolue, comme j'ai toujours cru qu'avait parlé Copernic. Dire qu'en supposant la Terre en mouvement et le Soleil immobile, on sauve toutes les apparences mieux que ne le pourraient faire les excentriques et les épicycles, c'est très bien dire ; cela n'offre aucun danger et cela suffit au mathématicien. Mais vouloir affirmer que le Soleil demeure réellement

1. Cette lettre a été publiée pour la première fois dans l'ouvrage suivant : Domenico Berti, *Copernico e le vicende del sistema copernicano in Italia nella seconda metà del secolo XVI e nella prima del secolo XVII* ; Roma, 1876 ; pp. 121-125.

immobile au centre du Monde, qu'il tourne seulement sur lui-même, sans courir d'orient en occident, que la Terre occupe le troisième ciel et qu'elle tourne avec une grande vitesse autour du Soleil, c'est chose fort périlleuse ; cela risque non seulement d'irriter tous les philosophes et tous les théologiens scolastiques, mais encore de nuire à la foi et de rendre fausse la Sainte Écriture...

« Si l'on avait une démonstration certaine que le Soleil se tient au centre du Monde, que la Terre est au troisième ciel, que ce n'est pas le Soleil qui tourne autour de la Terre, mais la Terre qui tourne autour du Soleil, alors, il faudrait procéder avec beaucoup de circonspection en l'explication de l'Écriture... Mais qu'une telle démonstration existe, je ne le croirai pas tant qu'on ne me l'aura pas montrée. Autre chose est de prouver que l'on sauve les apparences en supposant que le Soleil est au centre du Monde et que la Terre est dans le Ciel, autre chose est de démontrer qu'en vérité le Soleil est au centre du Monde et la Terre dans le Ciel. En ce qui concerne la première démonstration, je crois qu'elle peut être donnée ; mais de la seconde, je doute fort ; et en cas de simple doute, vous ne devez pas abandonner l'Écriture telle que les Saints Pères l'ont exposée... »

Galilée eut connaissance de la lettre adressée par Bellarmin au P. Foscarini ; divers écrits rédigés entre le moment où il eut communication de cette lettre et sa première condamnation contiennent des ripostes aux arguments du Cardinal ; la lecture de ces écrits dont M. Berti a, le premier, publié des extraits, nous fait saisir sur le vif la pensée de Galilée touchant les hypothèses astronomiques.

Une pièce [1], rédigée vers la fin de l'année 1615 et destinée aux consulteurs du Saint-Office, les met en garde contre deux erreurs : La première consiste à prétendre que la mobilité de la Terre est, en quelque sorte, *un immense paradoxe* et *une sottise manifeste*, qui n'a pas été démontré jusqu'ici et qui ne pourra jamais être démontré. La seconde est de croire que Copernic et les autres astronomes

1. Domenico Berti, *Op. cit.*, pp. 132-133.

qui ont posé cette mobilité « n'ont pas cru qu'elle fût vraie en fait et dans la nature », qu'ils l'ont seulement admise par supposition, afin de pouvoir plus aisément satisfaire aux apparences des mouvements célestes, afin de rendre plus commodes les calculs astronomiques.

En affirmant que Copernic croyait à la réalité des hypothèses formulées au livre *De revolutionibus* ; en prouvant, par l'analyse de cet ouvrage, que Copernic n'admettait pas la mobilité de la Terre et l'immobilité du Soleil seulement *ex suppositione*, comme le voulaient Osiander et Bellarmin, Galilée gardait la vérité historique. Mais ce qui nous intéresse plus que son avis d'historien, c'est son opinion de physicien. Or celle-ci se laisse aisément deviner en la pièce que nous analysons. Galilée pensait que la réalité du mouvement de la Terre est non seulement démontrable, mais déjà démontrée.

Cette pensée se manifeste plus clairement encore en un autre texte ; en celui-ci, nous voyons non seulement que Galilée pensait que l'on pouvait démontrer les hypothèses copernicaines, mais nous apprenons encore comment il entendait que la démonstration fût conduite :

« Ne point croire [1] que le mouvement de la Terre soit susceptible de démonstration tant que cette démonstration n'a pas été exposée est une conduite très prudente ; aussi ne demandons-nous pas que personne croie une telle chose sans démonstration ; la seule chose que nous recherchions c'est que, pour le bien de la Sainte Église, on examine avec une extrême sévérité tout ce qu'ont produit ceux qui suivent une telle doctrine ou tout ce qu'ils pourraient produire ; qu'on n'admette aucune de leurs propositions, à moins que les arguments dont elle tire sa force ne surpassent de beaucoup les raisons de l'autre partie ; que leur avis soit rejeté lorsqu'ils n'ont pas pour eux plus de quatre-vingt-dix pour cent des raisons. Mais, en revanche, lorsqu'il aura été prouvé que l'opinion produite par les philosophes et les astronomes de la partie adverse est

1. Domenico Berti, *Op. cit.*, pp. 129-130.

fausse surabondamment, qu'elle n'est absolument d'aucun poids, que l'on n'aille pas mépriser l'opinion du premier parti, que l'on ne la répute pas si paradoxale qu'il soit assurément impossible d'en jamais donner une démonstration claire. Il est permis de proposer, pour ce débat, de si larges conditions ; il est clair, en effet, que les tenants du parti de l'erreur ne peuvent avoir pour eux ni raison, ni aucune expérience qui soit valable ; au contraire, avec le parti de la vérité, il faut que toute chose s'harmonise et s'accorde.

« Ce n'est pas la même chose, il est vrai, de montrer qu'en supposant la fixité du Soleil et la mobilité de la Terre, on sauve les apparences, et de démontrer que de telles hypothèses, en la Nature, sont réellement vraies ; mais ce qui est bien autrement et bien plus vrai, c'est qu'avec le système communément reçu, on ne peut rendre raison de ces apparences, en sorte que ce système est indubitablement faux ; de même, il est clair que le système qui s'accorde très bien avec les apparences peut être vrai et, en une position, on ne peut ni ne doit rechercher une vérité autre ni plus grande que celle qui consiste à répondre à toutes les apparences particulières. »

Si l'on pressait quelque peu cette dernière proposition, on en ferait bien aisément sortir la doctrine qu'a soutenue Osiander, que soutient Bellarmin, c'est-à-dire précisément la doctrine que combat Galilée ; la Logique contraint ainsi le grand Géomètre pisan à formuler une conclusion directement contraire à celle qu'il se flattait d'établir. Mais, dans les lignes qui précèdent, sa pensée apparaît clairement.

Le débat pendant se montre, aux yeux de son esprit, comme une sorte de duel. Deux doctrines sont en présence, dont chacune se prétend en possession de la vérité ; mais l'une dit vrai, l'autre ment ; qui décidera ? L'expérience. Celle des deux doctrines avec laquelle elle refusera de s'accorder sera reconnue erronée et, par le fait même, l'autre doctrine sera proclamée conforme à la réalité. La ruine de l'un des deux systèmes adverses assure la certitude du système opposé comme, en Géométrie, l'absurdité d'une

proposition entraîne l'exactitude de la proposition contradictoire.

Si l'on doutait que Galilée eût réellement l'opnion que nous lui prêtons au sujet de la preuve d'un système astronomique, on en serait convaincu, croyons-nous, par la lecture des lignes suivantes[1] :

« Pour montrer que la position de Copernic n'est pas contraire aux Écritures, le mode le plus expéditif et le plus sûr serait, selon moi, de montrer par mille preuves que cette proposition est vraie et que la position contraire ne peut subsister d'aucune manière ; dès lors, comme deux vérités ne se peuvent contredire, il est nécessaire que cette position reconnue vraie s'accorde avec les Saintes Écritures. »

Galilée a, de la valeur de la méthode expérimentale et de l'art d'en user, à peu près l'opinion que va formuler François Bacon ; il conçoit la preuve d'une hypothèse à l'imitation de la démonstration par l'absurde usitée en Géométrie ; l'expérience,en convainquant d'erreur un système, confère la certitude au système opposé ; la Science positive progresse par une suite de dilemmes dont chacun est résolu à l'aide d'un *experimentum crucis*.

Cette manière de concevoir la méthode expérimentale était appelée à avoir une grande vogue, parce qu'elle est très simple ; mais elle est entièrement fausse, parce qu'elle est trop simple. Que les phénomènes cessent d'être sauvés par le système de Ptolémée ; le système de Ptolémée devra être reconnu certainement faux. Il n'en résultera aucunement que le système de Copernic soit vrai, parce que le système de Copernic n'est pas purement et simplement la contradictoire du système de Ptolémée. Que les hypothèses de Copernic réussissent à sauver toutes les apparences connues ; on en conclura que ces hypothèses peuvent être vraies ; on n'en conclura pas qu'elles sont certainement vraies ; pour légitimer cette conclusion, il faudrait prouver auparavant qu'aucun autre ensemble d'hypothèses ne sau-

1. Domenico Berti, *Op. cit.*, pp. 105-106.

rait être imaginé, qui permît de sauver tout aussi bien les apparences ; et cette dernière démonstration n'a jamais été donnée. Au temps même de Galilée, toutes les observations que l'on pouvait invoquer en faveur du système de Copernic ne se laissaient elles pas tout aussi bien sauver par le système de Tycho Brahé ?

Ces remarques avaient été faites bien souvent, avant le temps de Galilée. Leur justesse avait éclaté aux yeux des Grecs le jour où Hipparque était parvenu à sauver également le mouvement du Soleil soit au moyen d'un excentrique, soit au moyen d'un épicycle ; Saint Thomas d'Aquin les avait formulées avec la plus grande netteté ; Nifo, Osiander, Alessandro Piccolomini, Giuntini, les avaient répétées après lui. De nouveau, une voix autorisée allait les rappeler à l'illustre Pisan.

Le cardinal Maffeo Barberini, qui allait bientôt être élevé à la papauté sous le nom d'Urbain VIII, eut avec Galilée, après la condamnation de 1616, un entretien dont la doctrine copernicaine fut l'objet ; le cardinal Oregio, présent à cet entretien, nous en a laissé le récit [1] ; en cet entretien, par des considérations semblables à celles que nous venons de rappeler, le futur pape mettait à nu le vice secret de cet argument de Galilée : Comme les phénomènes célestes s'accordent tous avec les hypothèses de Copernic, tandis qu'ils ne sont pas sauvés par le système de Ptolémée, les hypothèses de Copernic sont assurément vraies ; partant, elles sont forcément d'accord avec la Sainte Écriture.

Selon le récit d'Oregio, le futur Urbain VIII recommanda à Galilée « de remarquer avec soin s'il y avait accord entre les Saintes Écritures et ce qu'il avait conçu touchant le mouvement de la Terre, en vue de sauver les phénomènes qui se manifestent dans le Ciel et tout ce que les philosophes regardent communément comme acquis, par une

1. Augustini Oregii S. R. E. Cardinalis, Archiepiscopi Beneventani, *Ad suos in universas theologiae partes tractatus philosophicum praeludium complectens quatuor tractatus....* Romæ, ex typographia Manelphii, 1637 ; p. 119. — Le même récit se trouve à la page 194 du traité *De Deo uno* du même auteur, traité écrit en 1629. — Cf. : Domenico Berti, *Op. cit.*, pp. 138-139.

observation et un examen minutieux, en ce qui concerne les mouvements du Ciel et des astres. Accordant, en effet, tout ce que ce grand savant avait conçu, il lui demanda s'il était hors de la puissance et de la sagesse de Dieu de disposer et de mouvoir d'une autre manière les orbes et les astres, et cela, cependant, de telle sorte que tous les phénomènes qui se manifestent dans les cieux, que tout ce que l'on enseigne touchant les mouvements des astres, leur ordre, leur situation, leurs distances, leur disposition, puissent néanmoins être sauvé.

« Si vous voulez déclarer que Dieu ne pourrait ni ne saurait le faire, il vous faut démontrer, ajoutait le saint prélat, que tout cela ne pourrait, sans impliquer contradiction, être obtenu par un système autre que celui que vous avez conçu ; Dieu peut, en effet, tout ce qui n'implique pas contradiction ; comme, d'ailleurs, la science de Dieu n'est pas inférieure à sa puissance, si nous déclarons que Dieu a pu le faire, nous devons déclarer aussi qu'il l'a su.

« Si Dieu a su et pu disposer toutes choses autrement que vous ne l'avez imaginé, et cela de telle manière que tous les effets énumérés fussent cependant sauvés, il ne nous faut point réduire la Puissance et la Sagesse divines à ce système que vous avez conçu.

« Ces propos entendus, le grand savant garda le silence. »

Celui qui allait être Urbain VIII venait de lui rappeler nettement cette vérité : Les confirmations de l'expérience, si nombreuses et si précises qu'on les suppose, ne sauraient jamais transformer une hypothèse en certitude, car il faudrait, en outre, démontrer cette proposition : Les mêmes faits d'expérience contrediraient forcément à toute autre hypothèse que l'on pourrait imaginer.

Les avertissements si logiques et si prudents de Bellarmin et d'Urbain VIII parvinrent-ils à convaincre Galilée, à le détourner de sa confiance exagérée en la portée de la méthode expérimentale, en la valeur des hypothèses astronomiques ? Il est permis d'en douter. En son célèbre *Dialogue* de 1632 sur les deux grands systèmes du Monde, il déclare, de temps à autre, qu'il traite la doctrine de Copernic comme

une pure hypothèse astronomique, sans la prétendre vraie en nature ; ces protestations, que démentent les preuves accumulées par l'interlocuteur Salviati en faveur de la réalité des positions copernicaines, ne sont sans doute que des prétextes à enfreindre l'interdiction portée en 1616. Au moment même où le dialogue va prendre fin, Simplicio, le péripatéticien buté et borné auquel est dévolue la tâche ingrate de défendre le système de Ptolémée, conclut en ces termes : « Je confesse que votre pensée me paraît bien plus ingénieuse que beaucoup de celles dont j'avais eu le sentiment ; mais je ne la tiens cependant pas pour vraie et concluante ; en effet, je garde toujours devant les yeux de mon esprit une doctrine très solide que j'ai apprise d'une personne très docte et très éminente, et à laquelle il nous faut arrêter. Je veux, en effet, vous poser à tous deux cette question : Avec son infinie puissance et sa science infinie, Dieu peut-il conférer à l'élément de l'eau le mouvement d'oscillation que nous observons, autrement qu'en faisant mouvoir le vase qui le contient ?... Si oui, je conclus immédiatement qu'il y aurait excessive hardiesse à vouloir limiter et contraindre la Sagesse et la Puissance divines à une seule fantaisie particulière. » — « Doctrine admirable et vraiment angélique, riposte Salviati ; on peut, d'une manière fort concordante, répondre par une autre doctrine, qui est divine : Bien qu'il nous permette de disputer de la constitution du Monde, Dieu ajoute... que nous ne sommes pas en état de retrouver l'œuvre que ses mains ont fabriquée. »

Par la bouche de Simplicio et de Salviati, Galilée souhaitait peut-être d'adresser au Pape une délicate flatterie ; peut-être aussi voulait-il répondre par une raillerie à l'ancienne argumentation du cardinal Maffeo Barberini ; Urbain VIII le prit de ce biais ; contre le réalisme impénitent de Galilée, il donna libre cours au réalisme intransigeant des péripatéticiens du Saint-Office ; la condamnation de 1633 vint confirmer la sentence de 1616.

Conclusion.

Bien des philosophes, depuis Giordano Bruno, ont durement reproché à André Osiander la préface qu'il avait mise en tête du livre de Copernic. Les avis donnés à Galilée par Bellarmin et par Urbain VIII n'ont guère été traités avec moins de sévérité, depuis le jour où ils ont été publiés. Les physiciens de notre temps ont pesé plus minutieusement que leurs prédécesseurs l'exacte valeur des hypothèses employées en Astronomie et en Physique ; ils ont vu se dissiper bien des illusions qui, naguère encore, passaient pour certitudes ; force leur est de reconnaître et de déclarer aujourd'hui que la Logique était du parti d'Osiander, de Bellarmin et d'Urbain VIII, et non pas du parti de Képler et de Galilée ; que ceux-là avaient compris l'exacte portée de la méthode expérimentale et qu'à cet égard, ceux-ci s'étaient mépris.

L'Histoire des sciences, cependant, célèbre Képler et Galilée, qu'elle place au rang des grands réformateurs de la méthode expérimentale, tandis qu'elle ne prononce pas les noms d'Osiander, de Bellarmin ou d'Urbain VIII. Est-ce, de sa part, souveraine injustice ? Ne serait-ce pas, au contraire, que ceux qui attribuaient à la méthode expérimentale une fausse portée et une valeur exagérée ont travaillé au perfectionnement de cette méthode beaucoup plus et beaucoup mieux que ceux dont l'appréciation avait été, tout d'abord, plus précise et plus exactement mesurée ?

Les Copernicains se sont entêtés dans un réalisme illogique, alors que tout les portait à quitter cette erreur, alors qu'en attribuant aux hypothèses astronomiques la juste valeur que tant d'hommes autorisés avaient déterminée, il leur était facile d'éviter à la fois les querelles des philosophes et les censures des théologiens. Étrange conduite, et qui demande explication ! Or, est-il possible de l'expliquer autrement que par l'attrait de quelque grande vérité ; vérité trop vaguement aperçue par les Copernicains pour qu'il leur fût possible de la formuler en sa pureté, de la dégager des affirmations erronées sous lesquelles elle se dissimulait ; mais vérité trop vivement sentie pour que ni

les préceptes de la Logique, ni les conseils de l'intérêt en pussent atténuer l'invisible attrait. Quelle était cette vérité ? C'est ce que nous voudrions essayer de préciser.

Au cours de l'Antiquité et du Moyen-Age, la Physique nous présente deux parties si distinctes l'une de l'autre qu'elles sont, pour ainsi dire, opposées l'une à l'autre ; d'un côté se trouve la Physique des choses célestes et impérissables, de l'autre la Physique des choses sublunaires, soumises à la génération et à la corruption.

Les êtres dont traite la première des deux Physiques sont réputés d'une nature infiniment plus élevée que ceux dont s'occupe la seconde ; on en conclut que la première est incomparablement plus difficile que la seconde ; Proclus enseigne que la Physique sublunaire est accessible à l'homme, tandis que la Physique céleste le passe et est réservée à l'Intelligence divine ; Maïmonide partage cette opinion de Proclus ; la Physique céleste est, selon lui, pleine de mystères dont Dieu s'est réservé la connaissance, tandis que la Physique terrestre se trouve, tout organisée, en l'œuvre d'Aristote.

Au contraire de ce que pensaient les hommes de l'Antiquité et du Moyen-Age, la Physique céleste qu'ils avaient construite était singulièrement plus avancée que leur Physique terrestre.

Dès l'époque de Platon et d'Aristote, la science des astres était organisée sur le plan que nous imposons aujourd'hui encore à l'étude de la Nature. D'une part, était l'Astronomie ; des géomètres, comme Eudoxe et Calippe, combinaient des théories mathématiques au moyen desquelles les mouvements célestes pouvaient être décrits et prévus, tandis que des observateurs appréciaient le degré de concordance entre les prévisions des calculs et les phénomènes naturels. D'autre part, était la Physique proprement dite ou, pour parler le langage moderne, la Cosmologie céleste ; des penseurs, comme Platon et Aristote, méditaient sur la nature des astres et sur la cause de leurs mouvements. Quels rapports ces deux parties de la Physique céleste avaient-elles l'une avec l'autre ? Quelle frontière précise les

séparait l'une de l'autre ? Quelle affinité unissait les hypothèses de l'une aux conclusions de l'autre ? Ce sont questions que les astronomes et les physiciens discutent durant l'Antiquité et le Moyen-Age, qu'ils résolvent en des sens différents, car leurs esprits sont dirigés par des tendances diverses, toutes semblables d'ailleurs à celles qui sollicitent les savants modernes.

Il s'en faut bien que la Physique des choses sublunaires soit parvenue d'aussi bonne heure à ce degré de différenciation et d'organisation. Elle aussi, aux époques modernes, se divisera en deux parties, analogues à celles en lesquelles, dès l'Antiquité, s'est partagée la Physique céleste. En sa partie théorique, elle groupera des systèmes mathématiques qui feront connaître, par leurs formules, les lois précises des phénomènes. En sa partie cosmologique, elle cherchera à deviner la nature des corps, de leurs attributs, des forces qu'ils subissent ou exercent, des combinaisons qu'ils peuvent contracter les uns avec les autres.

Pendant l'Antiquité, pendant le Moyen-Age et la Renaissance, il eût été malaisé de faire ce partage. La Physique sublunaire ne connaissait guère les théories mathématiques. Deux chapitres de cette physique, l'Optique ou *Perspective*, et la Statique ou *Scientia de ponderibus*, avaient seuls revêtu cette forme, et les physiciens se trouvaient fort embarrassés lorsqu'ils voulaient, dans la hiérarchie des sciences, assigner leur véritable place à la Perspective et à la *Scientia de ponderibus*. Hors ces deux chapitres, l'analyse des lois qui président aux phénomènes demeurait peu précise, purement qualitative ; elle ne s'était pas encore dégagée de la Cosmologie.

En la Dynamique, par exemple, les lois de la chute libre des graves, entrevues dès le XIVe siècle, les lois du mouvement des projectiles, vaguement soupçonnées au XVIe siècle, demeuraient impliquées dans les discussions métaphysiques sur le mouvement local, sur le mouvement naturel et le mouvement violent, sur la coexistence du moteur et du mobile. Au temps de Galilée seulement, nous voyons la partie théorique, en même temps que sa forme mathémati-

que se précise, se dégager de la partie cosmologique. Jusque-là ces deux parties demeuraient unies intimement ou plutôt enchevêtrées d'une manière inextricable ; leur ensemble constituait la Physique du mouvement local.

D'autre part, l'antique distinction entre la Physique des corps célestes et la Physique des choses sublunaires s'était graduellement effacée. Après Nicolas de Cues, après Léonard de Vinci, Copernic avait osé assimiler la Terre aux planètes. Par l'étude de l'étoile qui avait apparu, puis disparu en 1572, Tycho Brahé avait montré que les astres pouvaient, eux aussi, s'engendrer et périr. En découvrant les taches du Soleil et les montagnes de la Lune, Galilée avait achevé de réunir les deux Physiques en une seule science.

Dès lors, lorsqu'un Copernic, lorsqu'un Képler, lorsqu'un Galilée déclarait que l'Astronomie doit prendre pour hypothèses des propositions dont la vérité soit établie par la Physique, cette affirmation, une en apparence, renfermait en réalité deux propositions bien distinctes.

Une telle affirmation, en effet, pouvait signifier que les hypothèses de l'Astronomie étaient des jugements sur la nature des choses célestes et sur leurs mouvements réels ; elle pouvait signifier qu'en contrôlant la justesse de ces hypothèses, la méthode expérimentale allait enrichir nos connaissances cosmologiques de nouvelles vérités. Ce premier sens se trouvait, pour ainsi dire, à la surface même de l'affirmation ; il apparaissait tout d'abord ; c'est ce sens là que les grands astronomes du XVIe siècle et du XVIIe siècle voyaient clairement, c'est celui qu'ils énonçaient d'une manière formelle, c'est enfin celui qui ravissait leur adhésion. Or, prise avec cette signification, leur affirmation était fausse et nuisible ; Osiander, Bellarmin et Urbain VIII la regardaient, à juste titre, comme contraire à la Logique ; mais il a fallu que cette affirmation engendrât, en la Science humaine, d'innombrables méprises pour que l'on se décidât enfin à la rejeter.

Sous ce premier sens illogique, mais apparent et séduisant, l'affirmation des astronomes de la Renaissance en contenait un autre ; en exigeant que les hypothèses de l'Astro-

nomie fussent d'accord avec les enseignements de la Physique, on exigeait que la théorie des mouvements célestes reposât sur des bases capables de porter également la théorie des mouvements que nous observons ici-bas ; on exigeait que le cours des astres, le flux et le reflux de la mer, le mouvement des projectiles, la chute des graves fussent sauvés à l'aide d'un même ensemble de postulats, formués en la langue des Mathématiques. Or ce sens là restait profondément caché ; ni Copernic, ni Képler, ni Galilée ne l'apercevaient nettement ; il demeurait, cependant, dissimulé, mais fécond, au-dessous du sens clair, mais erroné et dangereux, que ces astronomes saisissaient seul. Et tandis que la signification fausse et illogique qu'ils attribuaient à leur principe engendrait des polémiques et des querelles, c'est la signification vraie, mais cachée, de ce même principe qui donnait naissance aux essais scientifiques de ces inventeurs ; alors qu'ils s'efforçaient de soutenir l'exactitude du premier sens, c'est à établir la justesse du second sens qu'ils tendaient sans le savoir ; lorsque Képler multipliait ses tentatives pour rendre compte des mouvements des astres à l'aide des propriétés des cours d'eau ou des aimants, lorsque Galilée cherchait à accorder la course des projectiles avec le mouvement de la Terre ou à tirer de ce dernier mouvement l'explication des marées, ils croyaient prouver, l'un et l'autre, que les hypothèses copernicaines ont leur fondement en la nature des choses ; mais la vérité qu'ils introduisaient peu à peu dans la Science, c'est qu'une même Dynamique doit, en un ensemble unique de formules mathématiques, représenter les mouvements des astres, les oscillations de l'Océan, la chute des graves ; ils croyaient renouveler Aristote ; ils préparaient Newton.

En dépit de Képler et de Galilée, nous croyons aujourd'hui, avec Osiander et Bellarmin, que les hypothèses de la Physique ne sont que des artifices mathématiques destinés à *sauver les phénomènes* ; mais grâce à Képler et à Galilée, nous leur demandons de *sauver à la fois tous les phénomènes* de l'Univers inanimé.